P. DURANTON

WALKIES-TALKIES

LES NOUVEAUX ÉMETTEURS HF-VHF-UHF-AM-FM



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

LES NOUVEAUX

EMETTEURS-RECEPTEURS

de type

« WALKIES-TALKIES »

Couverture : Photo Studio S.P.F.

P. DURANTON

LES NOUVEAUX EMETTEURS-RECEPTEURS de type « WALKIES-TALKIES »

Diffusion :

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS CEDEX 19

TABLE DES MATIERES

PRÉAMBULE

Au moment d'écrire ce manuel, notre but avait été de prendre par la main tous ceux qu'intéresse ce domaine merveilleux qu'est l'Electronique et plus particulièrement l'émission et la réception d'amateur en mobile, en portable ou en stations portatives encore appelées « walkies-talkies ».

Cette discipline attire un nombre sans cesse croissant de jeunes et de moins jeunes, avertis ou non, spécialistes ou néophytes, mais qui sont malheureusement déroutés par la complexité des montages modernes publiés à grand renfort de termes nouveaux et quelques peu barbares ou pour le moins insolites, accompagnés de calculs parmi les plus savants.

Nous n'avions eu d'autre but que d'exposer, avec simplicité et avec un maximum de détails tout ce qui concerne les émetteurs-récepteurs pour amateurs destinés à être utilisé en portable ou en station mobile et couvrant une gamme très large : depuis le montage simple du débutant jusqu'à la station de trafic que l'on peut considérer comme étant pratiquement « professionnelle » tant par sa conception que par ses performances et ceci grâce à l'emploi des semi-conducteurs et des circuits intégrés ; cet exposé que nous avions voulu clair et logique, accompagné de schémas simples, d'explications pratiques, ne ferait en aucun cas appel à des notions complexes ou savantes.

Que tout lecteur de ce manuel puisse parfaitement comprendre et partant réaliser, en obtenant la meilleure satisfaction de son montage, et que, pas à pas, il en arrive à découvrir que tout équipement fort complexe, en apparence, n'est en fait que l'accumulation de plusieurs circuits forts simples quant à eux : Tout notre but était là ! La règle de trois et la loi d'Ohm constitueront les seuls bases de toute notre technicité ! S'il était difficile de faire plus simple nous sommes persuadés de la validité de ce procédé car, partant de montages simples, bien compris et d'un fonctionnement sûr, celui qui nous aura fait l'amitié de nous suivre au fil de ces pages pourra, en toute connaissance de cause, effectuer, marche après marche, l'ascension qui le mènera aux équipements de radio-téléphones modernes qu'il pourra ainsi réaliser par lui-même et dont les performances n'auront rien à envier aux matériels professionnels les plus coûteux.

Il pourra, en outre, à partir de ces notions et de ces applications, concevoir par lui-même des circuits nouveaux en matière d'Electronique et si la Science de l'Ingénieur est de créer, nous aurons fait alors œuvre utile par les retombées de ce manuel.

Pour certains, la Radio restera un très agréable passe-temps qui leur apportera des heures d'intense satisfaction, mais pour d'autres ce pourra être, ce que nous

leur souhaitons vivement, un moyen d'accéder à l'une des activités les plus captivantes de notre ère, dans laquelle les Télécommunications ont acquis une place de premier choix.

Tous les circuits seront transistorisés ; qu'ils soient au Germanium et au Silicium, les transistors et les circuits intégrés en seront les vedettes et les transistors à effet de champ largement utilisés. Les circuits intégrés apporteront un avantage double : très faible encombrement pour des fonctions toutes prêtes, allié à un prix de revient minime et s'ils ne sont pas très nouveaux, ils abordent maintenant le domaine de l'émission d'amateur et nous devions leur offrir une large place ; c'est à présent chose faite.

Les matériels qui sont ici décrits couvriront une plage assez vaste : depuis le « walky-talky-jouet » jusqu'à la station émetteur-récepteur de puissance, très compacte, à grande portée, dotée d'un circuit d'appel sélectif, mémoire d'appel, réémission automatique, etc…

Les réglementations actuellement en vigueur, les conseils de trafic et les normes d'utilisation et d'installation, les matériels de mesures et la manière d'opérer les réglages y seront exposées, étudiées et discutées.

Enfin, des notions de protection et les tours de mains, des tableaux de bobinages et la façon de réaliser les circuits imprimés complèteront cette exploration d'un domaine qui n'est déjà plus tout à fait d'avant-garde !

Science-fiction, il y a dix ans, certes, mais demain : c'est déjà aujourd'hui.

*

Tout ceci était vrai, il y a près de dix ans lorsque fut rédigée la première édition de ce livre, mais nous voulons maintenant aller plus loin et élargir le champ des applications ; c'est la raison pour laquelle nous étudierons de nouveaux montages, qu'ils fonctionnent en FM ou en BLU, qu'ils soient équipés de fréquences fixes ou munis de synthétiseurs, qu'ils soient équipés pour du trafic en simplex ou en liaison avec des répéteurs, pour qu'ils profitent enfin des très larges possibilités qu'offrent maintenant les satellites artificiels ouverts au trafic amateur.

Ce livre garde donc son caractère pédagogique et de vulgarisation tout en se situant à la pointe de la technologie en matière de radio-communications.

CHAPITRE PREMIER

PRÉLIMINAIRES

L'émission et la réception d'amateur sont actuellement régies par une Réglementation émanant de la Direction Générale des Télécommunications du Ministère des Postes et des Télécommunications et qui est la suivante :

I. — Dispositions générales

Une station d'amateur est une station radioélectrique qui participe à un service d'instruction individuelle, d'intercommunication et d'études techniques effectué par des personnes dûment autorisées, s'intéressant à la technique de la radioélectricité à titre uniquement personnel et sans intérêt pécuniaire.

Une station d'amateur comprend l'ensemble des installations radioélectriques appartenant à une même personne et utilisées pour participer au service susvisé.

Une station d'amateur ne peut être détenue ou utilisée que par une personne titulaire d'une autorisation délivrée par le ministre des Postes et Télécommunications, après avis favorable des autres ministres intéressés.

L'autorisation est délivrée sous forme de licence : elle est accordée pour l'année en cours, quelle que soit la date de sa délivrance. Elle se renouvelle chaque année par tacite reconduction.

Le demandeur ne doit procéder à aucune émission avant d'avoir reçu sa licence et la notification de l'indicatif d'appel attribué à sa station.

Toute station d'amateur est établie, exploitée et entretenue par les soins et aux risques du titulaire de l'autorisation. L'Etat n'est soumis à aucune responsabilité à raison de ces opérations.

Les caractéristiques techniques des stations, de même que les conditions d'exploitation, sont soumises aux restrictions nécessitées par les besoins et le bon fonctionnement des Services Publics et sujettes aux modifications qui pourraient être imposées par actes législatifs, réglementaires ou administratifs d'ordre intérieur et par l'application des Conventions et Règlements internationaux.

Toute cession d'une station d'émission doit faire l'objet d'une déclaration adressée à la Direction des Services Radioélectriques, 5, rue Froidevaux, 75014 Paris. Cette déclaration doit comporter le nom et l'adresse du nouveau détenteur de la station.

II. — Dépôt de la demande d'autorisation

La demande d'autorisation d'émission est établie sur formule spéciale n° 706 accompagnée de trois fiches de renseignements (1). Elle est adressée à la direction des Services Radioélectriques, 5, rue Froidevaux, 75014 Paris. Elle est accompagnée du schéma détaillé et clair des éléments de la station.

Elle donne lieu au paiement d'une taxe de constitution du dossier.

III. — Certificat d'opérateur

Le matériel d'émission d'une station d'amateur ne peut être manœuvré que par une personne autorisée, titulaire du certificat d'opérateur radiotélégraphiste-radiotéléphoniste.

Toutefois, un émetteur fonctionnant exclusivement au moyen de fréquences supérieures à 144 MHz peut être manœuvré par une personne autorisée, titulaire du seul certificat d'opérateur radiotéléphoniste.

Le certificat d'opérateur amateur est délivré par la Direction des Services Radioélectriques, après examen qui donne lieu au paiement d'un droit. Les candidats doivent être âgés de 16 ans révolus au jour de l'examen.

L'examen peut être passé :

— soit au domicile du candidat, sur la station décrite dans sa demande et mise au point sur antenne fictive non rayonnante ;

— soit sur la station d'un amateur dûment autorisé, s'il s'agit d'un opérateur supplémentaire de cette station ;

— soit dans les centres d'examen organisés.

IV. — Caractéristiques techniques des stations

Les émetteurs peuvent être pilotés par un maître oscillateur à fréquence fixe (quartz) ou réglable.

Ils doivent comporter au moins trois étages (un étage oscillateur, un étage séparateur-multiplicateur, un étage amplificateur de puissance).

Les limites de bandes doivent être indiquées sur le cadran des fréquences de l'émetteur d'une manière très précise.

Les émetteurs doivent être munis d'appareils de mesure permettant de suivre les conditions de fonctionnement des différents étages. Les émetteurs fonctionnant sur ondes décamétriques doivent en outre comporter un système de manipulation.

Les émissions effectuées par des procédés spéciaux et qui ne permettraient pas la réception ou la compréhension des messages sont interdites.

Les classes d'émission suivantes peuvent seules être utilisées :

(1) Les imprimés nécessaires peuvent être obtenus auprès de cette Direction.

A1 — Télégraphie sans modulation par une fréquence audible (manipulation par tout ou rien) ;

A2 — Télégraphie par manipulation par tout ou rien d'une ou plusieurs fréquences audibles de modulation ou par manipulation par tout ou rien de l'émission modulée ;

A3 — Téléphonie (modulation d'amplitude) ;

A3A — Téléphonie (modulation d'amplitude) bande latérale unique-onde porteuse réduite ;

F1 — Télégraphie sans modulation par une fréquence audible (manipulation par déplacement de fréquence) ;

F2 — Télégraphie par manipulation par tout ou rien d'une fréquence audible de modulation de fréquence, ou par manipulation par tout ou rien d'une émission modulée en fréquence ;

F3 — Téléphonie (modulation de fréquence ou de phase).

La fréquence émise par une station d'amateur doit être aussi stable et aussi exempte de rayonnement non essentiels que l'état de la technique le permet pour une station de cette nature.

En régime de porteuse non modulée le taux de modulation résiduelle doit être tel qu'aucune réception ne soit possible sans une hétérodyne de battement.

Les bandes de fréquence attribuées en France au service amateur sont les suivantes :

3,5	à	3,8	MHz	
7	à	7,10	MHz	(bande partagée).
14	à	14,35	MHz	L'utilisation de ces bandes de fréquences est interdite aux amateurs non titulaires du certificat d'opérateur radiotélégraphiste.
21	à	21,45	MHz	
28	à	29,7	MHz	

144	à	146	MHz	
430	à	440	MHz	(bande partagée)
1 215	à	1 300	MHz	(bande partagée)
2 300	à	2 450	MHz	(bande partagée)
5 650	à	5 850	MHz	(bande partagée)
10 000	à	10 500	MHz	
21 000	à	22 000	MHz	

Les amateurs doivent veiller tout particulièrement à ne causer aucun brouillage aux stations officielles fonctionnant dans les bandes partagées, sous peine de s'en faire interdire l'usage. Pour la bande 430 à 440 MHz, cette recommandation vise essentiellement l'intervalle 433 à 435 MHz.

En limite de bande, les amateurs doivent tenir compte de la largeur de la bande de l'émission et de la dérive possible du pilote.

Les stations doivent être pourvues de dispositifs permettant de mesurer les fréquences et de repérer avec précision les limites de bande. Elles doivent également disposer d'une antenne fictive simple non rayonnante au moyen de laquelle les émetteurs doivent être réglés.

La puissance alimentation des stations d'amateur est limitée à 100 watts dans toutes les bandes attribuées au service, dans les conditions et sous les réserves ci-après :

par puissance alimentation, on entend la puissance fournie à l'anode (ou aux anodes) du tube (ou des tubes) de l'étage attaquant le dispositif rayonnant de la station ;

la dissipation anodique du tube utilisé à l'étage final de toute station d'amateur (ou la somme des dissipations anodiques des tubes, si cet étage en comporte plusieurs) devra être, au plus égale à 75 watts quelle que soit la fréquence de fonctionnement de l'émetteur.

V. — Conditions d'exploitation

Une station d'amateur doit servir exclusivement à l'échange, avec d'autres stations d'amateur, de communications utiles au fonctionnement des appareils et à la technique de la radioélectricité proprement dite, à l'exclusion de toute correspondace personnelle ou commerciale et de toute émission de radiodiffusion sonore ou visuelle (disques, concerts, conférences, etc…).

Les conversations qui ne seraient pas tenues en langage clair sont interdites (les abréviations d'un usage obligatoire ou courant, employées avec leur sens réel, ne sont pas considérées comme langage secret).

En cas de gêne ou de brouillage, l'Administration des Postes et Télécommunications peut suspendre l'autorisation d'émettre ou limiter les émissions à certains horaires ou à certaines périodes.

Tout amateur est tenu de consigner dans un carnet de trafic les renseignements relatifs à l'activité de la station, en particulier :

la date de l'heure du commencement et de la fin de chaque communication ;
les indicatifs d'appel des correspondants ;
la fréquence utilisée ;
les indications relatives à la puissance alimentation et aux modifications apportées à l'installation.

Ce document doit être tenu constamment à jour et présenté à toute réquisition.

Toute station d'amateur est tenue de cesser ses émissions à la première demande faite par une station officielle ou dès la réception d'appels de détresse.

Avant d'émettre, les stations doivent s'assurer qu'elles ne brouillent pas des émissions en cours ; si un tel brouillage est probable, les stations attendent un arrêt de la transmission qu'elles pourraient brouiller.

Pour réduire les risques d'interférence, les stations doivent limiter leurs émissions au strict minimum. La durée de chaque transmission ne doit pas dépasser cinq minutes.

L'indicatif d'appel doit être transmis fréquemment et, dans tous les cas, au début et à la fin de chaque transmission.

Stations mobiles ou portables

Une station portable est une station construite de manière à pouvoir être déplacée d'un point à un autre, en vue de fonctionnement en divers lieux, mais non en cours de transport.

Une station mobile est une station destinée à être transportée d'un point à un autre, et à être utilisée pendant qu'elle est en mouvement, ou pendant des haltes en des points non déterminés.

L'autorisation de manœuvrer une station portable ou mobile est acquise dès la remise de la licence initiale.

Le titulaire de l'autorisation n'est autorisé à utiliser sa station mobile que sur un véhicule de tourisme dont la carte grise est établie à son nom.

S'il désire installer sa station sur une voiture dont il n'est pas propriétaire, sur un véhicule d'une catégorie autre que « tourisme » ou à bord d'un bateau il doit solliciter une autorisation spéciale.

Dans le cas de l'utilisation sur un navire, une autorisation du Commandant doit être fournie à l'appuie de la demande.

L'installation d'une station mobile à bord d'un aéronef n'est pas admise.

Si l'amateur utilise une station portable, mobile ou mobile maritime, il est tenu de faire suivre son indicatif des lettres P, M ou MM, selon le cas, lors de chaque émission.

Une station portable, mobile ou mobile maritime ne peut, en aucun cas, communiquer avec la station fixe du titulaire de l'autorisation.

Changement de domicile

Les radioamateurs sont tenus de signaler tout changement de domicile à la Direction des Services Radioélectriques, 5, rue Froidevaux, 75014 Paris.

Une licence ne peut être maintenue en vigueur que si le titulaire peut en tout temps recevoir de l'Administration toute notification jugée utile. Un amateur absent de son domicile pour une période de longue durée susceptible, en particulier, d'excéder la période réglementaire de réexpédition du courrier, est tenu de communiquer à l'Administration sa nouvelle adresse.

Opérateurs supplémentaires

Une station d'amateur peut être manœuvrée :
— soit par le titulaire de la licence ;
— soit par les opérateurs supplémentaires dûment agréés à cet effet par les

ministères intéressés et titulaires du certificat d'opérateur au même titre que le permissionnaire de la station.

Les stations d'écoles, de clubs, de groupements professionnels ou de jeunesse peuvent être manœuvrées par des opérateurs supplémentaires remplissant les conditions susmentionnées, sous la responsabilité d'une personne habilitée à représenter le groupement (professeur, président d'association, etc...). Cette personne, qui doit être agréée par les ministères intéressés, n'est pas tenue de subir l'examen d'opérateur si elle ne doit pas manœuvrer elle-même la station.

Opérateurs occasionnels

Tout titulaire d'une licence d'amateur en cours de validité, ayant la nationalité française, peut manœuvrer la station d'un autre amateur à titre exceptionnel, pour des émissions de courte durée

L'opérateur occasionnel ne peut en aucun cas communiquer avec sa propre station. Il doit transmettre son indicatif d'appel à la suite de l'indicatif d'appel de la station utilisée ; mention des liaisons effectuées doit être faite sur le carnet de trafic de cette station et reportée dès que possible à celui de la station de l'opérateur occasionnel.

Contrôle

Le ministère des Postes et Télécommunications exerce un contrôle permanent sur les conditions techniques et d'exploitation des stations d'amateur.

Le ministère de l'Intérieur et le ministère des Postes et Télécommunications sont chargés de contrôler la teneur des émissions.

Le représentant des ministères des Postes et Télécommunications et de l'Intérieur chargés du contrôle peuvent à tout instant pénétrer dans les locaux où sont installées les stations.

Les infractions à la réglementation sont sanctionnées à la diligence du ministre des Postes et Télécommunications tant de sa propre initiative que sur proposition des autres départements ministériels ou à la suite de rapports d'infraction transmis par des Administrations étrangères ou des organismes internationaux.

Les sanctions sont :

le rappel au règlement ;
la limitation temporaire de l'utilisation de la station à la radiotélégraphie ;
la suspension temporaire de l'autorisation d'emploi d'une station mobile ;
la suspension temporaire de la licence ;
la révocation de la licence.

Toute licence d'amateur peut être révoquée sans indemnité, si le titulaire de l'autorisation ne respecte pas les règlements intérieurs ou internationaux sur le fonctionnement et l'exploitation des stations d'amateurs ou si l'un des ministères intéressés retire l'agrément qu'il avait donné pour la délivrance de l'autorisation.

Taxe de contrôle

Tout titulaire d'une licence d'amateur doit acquitter une taxe annuelle de contrôle.

Cette taxe est due pour l'année entière, quelle que soit la date de mise en service de la station et la durée assignée à l'autorisation. Elle doit être acquittée dans tous les cas par le titulaire de la licence, même s'il ne fait pas usage de son installation. Elle est exigible dès la délivrance de la licence pour la première année et dans le courant du mois de janvier pour les années suivantes. La licence se renouvelle, en effet, d'année en année par tacite reconduction ; cependant tout amateur qui pour une raison quelconque et notamment pour avoir omis de préciser l'adresse à laquelle le courrier peut lui être adressé, n'aura pas répondu au début de l'année à la mise en demeure l'invitant à acquitter la taxe annuelle de contrôle sera considérée comme ayant renoncé au bénéfice de sa licence. Celle-ci sera en conséquence annulée.

Liste d'amateurs

Les nom, prénom, indicatif d'appel et adresse des amateurs français figurent sur une liste établie par la Direction des Services Radioélectriques.

Les personnes intéressées peuvent prendre connaissance de cette liste à la Direction des Services Radioélectriques, 5, rue Froidevaux, 75014 Paris. Des extraits départementaux peuvent être consultés à la Direction départementale des Postes et Télécommunications de chaque département.

Stations réceptrices

L'utilisation de stations exclusivement réceptrices, pour l'écoute des émissions d'amateur, est subordonnée à une autorisation délivrée par le ministère des Postes et Télécommunications.

La demande établie sur formule spéciale doit être adressée à la Direction des Services Radioélectriques, 5, rue Froidevaux, 75014 Paris.

Bande dite « des radiotéléphones »

Cette bande de fréquence s'étend de 27,300 MHz à 27,400 MHz et les canaux sont séparés par 10 kHz ; pour une puissance alimentation inférieure à 50 mW il n'est pas, en principe, nécessaire de détenir une autorisation des P. et T. pour l'emploi de ces appareils. Par contre, les émetteurs-récepteurs supérieurs à 50 mW doivent être homologués par les Services Techniques des P. et T. L'emploi de ces matériels est alors assujetti à l'obtention d'une autorisation délivrée par cet organisme.

Les émetteurs-récepteurs pour amateurs décrits dans ce manuel et dont la puissance est supérieure à 50 mW s'adressent donc à des radio-amateurs dotés d'une autorisation et d'un indicatif d'appel commençant en France par la lettre « F »...

Dans ce cas, le trafic au moyen de ces émetteurs-récepteurs non homologués doit se faire dans les bandes dites « amateurs » et notamment dans la gamme 144 à 146 MHz ou 430 à 440 MHz ou enfin sur des fréquences plus élevées.

Généralités sur les semi-conducteurs utilisés dans ce manuel

a) Diodes : le semi-conducteur le plus simple ; le courant ne passe que dans un seul sens ; faible résistance dans le sens « direct » et forte résistance dans le sens « inverse ».

b) Diode « zener » : c'est une diode dont la résistance varie en sens inverse avec la tension placée à ses bornes ; elle assure en effet de régulation sur la tension qui l'alimente.

c) Transistor PNP : c'est un assemblage de deux diodes qui se commandent l'une l'autre avec un effet de gain ; placées sous un même boîtier, c'est donc un élément amplificateur, comme l'était autrefois un tube triode. Dans un transistor du type PNP, l'émetteur est positif par rapport au collecteur et par rapport à la base.

d) Transistor NPN : transistor dont l'émetteur est négatif par rapport au collecteur et à la base.

e) Transistor à effet de champ (FET) : transistor dont la commande se fait par variation d'un champ électrique ; sa caractéristique principale est de présenter une très forte impédance d'entrée, à l'inverse des autres types de transistors.

f) Les circuits intégrés sont de deux types :

— les circuits «logiques » qui servent au calcul ou à des applications par « tout ou rien » ;

— les circuits linéaires qui sont des amplificateurs intégrés.

Les différents symboles de ces composants apparaissent sur le tableau ci-joint.

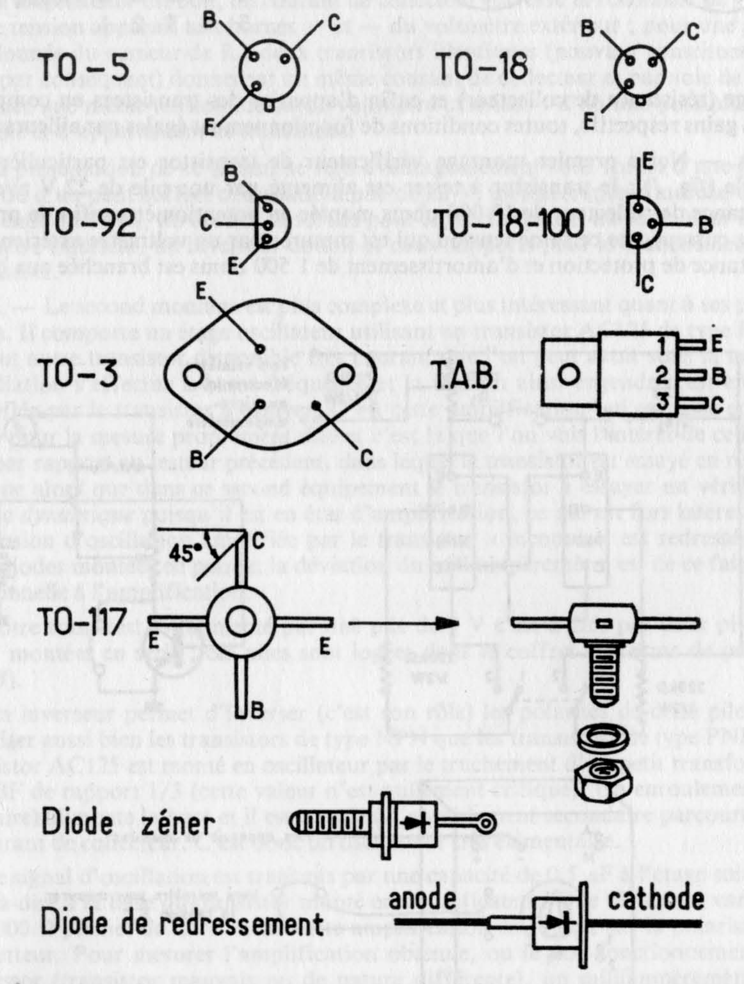
Enfin les composants dits « passifs », tels que : résistances, condensateurs, bobinages, transformateurs et autres y sont également symbolisés pour éviter toute ambiguïté quant à la lecture de nos différents schémas.

S'il est toujours intéressant de savoir ce que l'on fait et de voir où l'on va, il l'est tout particulièrement dans le domaine de l'électronique ; avec les tubes, le radio-amateur, le radio-électricien comme le technicien de laboratoire utilisent un lampemètre qui a pour but de déterminer si un tube donné est bon, moyen ou mauvais, d'effectuer des mesures sur ledit tube et éventuellement de réaliser des couples de tubes appariés par le simple tri dans un lot de tubes ; avec les semi-conducteurs, il est utile, voire indispensable de disposer d'un moyen, plus ou moins complexe, pour tester, essayer les transistors et les diodes, pour effectuer les mesures et pour, comme pour les tubes, apparier les semi-conducteurs par une méthode de tri.

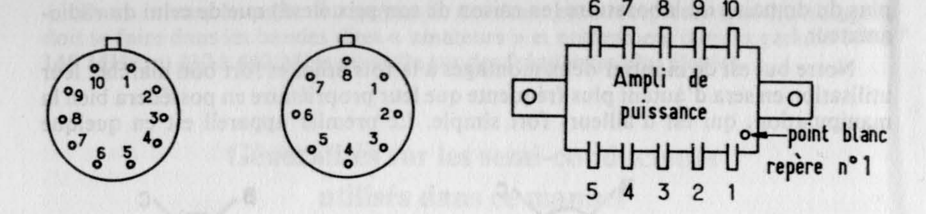
Il existe, évidemment, d'excellents transistormètres de laboratoires qui donnent les meilleurs résultats que l'on peut attendre et en plus tracent sur un écran d'oscilloscope les réseaux de caractéristiques du transistor considéré ; un tel appareil est

plus du domaine du laboratoire (en raison de son prix élevé) que de celui du radio-amateur !

Notre but est de montrer deux montages à la fois utiles et fort bon marché, leur utilisation en sera d'autant plus fréquente que leur propriétaire en possèdera bien la manipulation, qui est d'ailleurs fort simple. Le premier appareil est en quelque



sorte un circuit de vérification de transistors, alors que le second permet de déterminer la nature d'un transistor inconnu (PNP ou NPN), d'en mesurer la qualité et la valeur de son coefficient d'amplification, de déterminer la valeur optimale de sa



charge (résistance de collecteur) et enfin d'apparier des transistors en comparant leurs gains respectifs, toutes conditions de fonctionnement égales par ailleurs.

A. — Notre premier montage vérificateur de transistor est particulièrement simple (*fig. 1*) ; le transistor à tester est alimenté par une pile de 22 V avec une résistance de collecteur de 10 000 ohms montée en potentiomètre, afin de prélever sur le curseur une certaine tension qui est mesurée par un voltmètre extérieur (une résistance de protection et d'amortissement de 1 500 ohms est branchée aux bornes

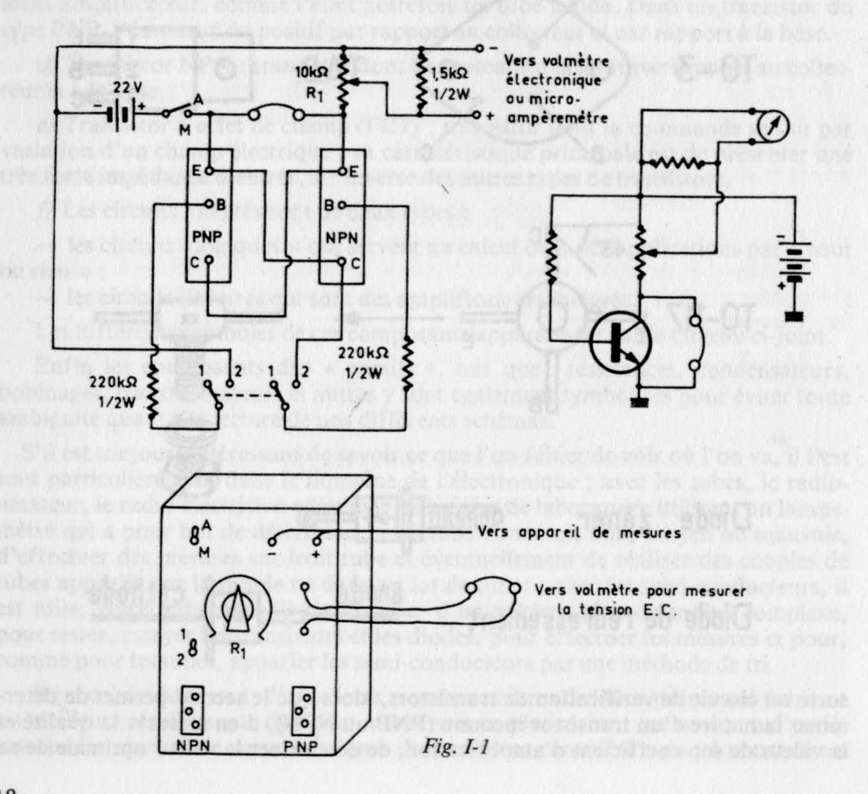


Fig. I-1

du voltmètre. Une résistance de 220 kΩ polarise la base ; un écouteur est raccordé entre le collecteur et l'émetteur afin de voir (ou plus exactement d'entendre !) si le transistor oscille ; il est également possible de raccorder un voltmètre entre ces bornes E et C afin de mesurer la tension U_{ec} = tension émetteur-collecteur ; avec ce petit montage, dont la simplicité est évidente, il est possible de trouver la nature d'un transistor ; si le transistor est inversé (NPN) au lieu de PNP) le courant est nul. Si le transistor est bon, un courant de collecteur traverse la résistance de 10 kΩ et une tension apparaît aux bornes + et — du voltmètre extérieur ; pour une position donnée du curseur de R_1, deux transistors identiques (pouvant constituer une paire par conséquent) donneront un même courant de collecteur et par voie de conséquence une même tension lue sur le voltmètre extérieur : d'où une possibilité de contrôle et d'appariement de transistors.

La présentation de ce testeur se fera avantageusement sous forme d'une petite boîte ou d'un petit coffret contenant la pile de 22 V, un interrupteur marche-arrêt, le potentiomètre R_1, les bornes de sorties pour le raccordement au contrôleur ou au voltmètre extérieur, un inverseur double et deux supports pour le branchement des transistors.

B. — Le second montage est plus complexe et plus intéressant quant à ses possibilités. Il comporte un étage oscillateur utilisant un transistor AC125 de type PNP, ou tout autre transistor disponible très courant que l'on peut avoir sous la main ; l'oscillation s'effectue à basse fréquence et la tension ainsi engendrée est ensuite amplifiée par le transistor à essayer. C'est cette amplification qui est mise en évidence pour la mesure proprement dite et c'est là que l'on voit l'intérêt de ce montage par rapport au testeur précédent, dans lequel le transistor est essayé en régime statique alors que dans ce second équipement le transistor à essayer est vérifié en régime *dynamique* puisqu'il est en état d'amplification, ce qui est fort intéressant. La tension d'oscillation amplifiée par le transistor « inconnu » est redressée par deux diodes montées en pont et la déviation du milliampèremètre est de ce fait proportionnelle à l'amplification.

Notre transitest est alimenté par une pile de 9 V c'est-à-dire par deux piles de 4,5 V montées en série ; ces piles sont logées dans le coffret en forme de pupitre (*fig. 3*).

Un inverseur permet d'inverser (c'est son rôle) les polarités de cette pile afin d'utiliser aussi bien les transistors de type NPN que les transistors de type PNP. Le transistor AC125 est monté en oscillateur par le truchement d'un petit transformateur BF de rapport 1/3 (cette valeur n'est nullement critique). Un enroulement (le primaire) alimente la base et il est couplé à l'enroulement secondaire parcouru par le courant de collecteur. C'est donc un oscillateur très élémentaire.

Le signal d'oscillation est transmis par une capacité de 0,5 μF à l'étage suivant, c'est-à-dire à la base du transistor monté en amplificateur. Une résistance variable de 5 000 Ω permet de faire varier cette amplification en jouant sur la polarisation d'émetteur. Pour mesurer l'amplification obtenue, ou le non-fonctionnement du transistor (transistor mauvais ou de nature différente), un milliampèremètre de 1 mA de déviation totale dévie d'autant plus que la tension détectée par le pont de diodes est plus forte. Une capacité de 10 μF referme le circuit en alternatif aux bornes de la résistance de charge de 4 700 Ω du circuit collecteur.

Ainsi, il apparaît bien que la déviation de l'aiguille du milliampèremètre sera d'autant plus grande que l'amplification sera elle-même plus élevée.

Un transistor défectueux (une coupure de jonction par exemple) ou un court-circuit interne par écrasement des contacts sera immédiatement décelé. En comparant les déviations correspondantes de plusieurs transistors, il sera facile de grouper les transistors par classes, et d'appairer deux transistors identiques ou voisins.

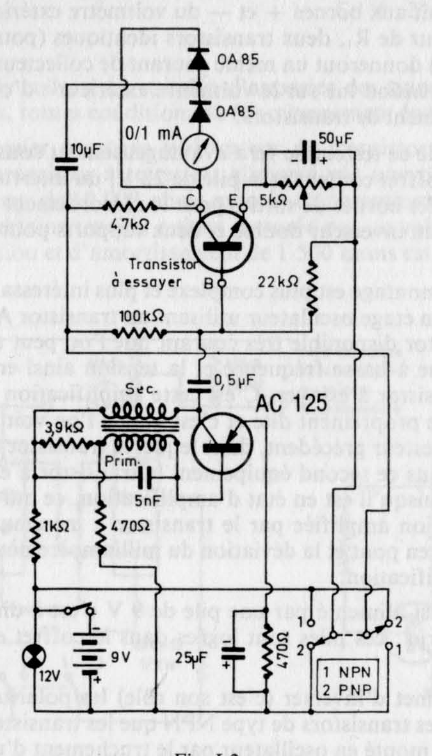


Fig. I-2

Le schéma électrique (*fig. 2*) ne comporte aucune difficulté ; la présentation sous forme de petit pupitre (*fig. 3*) montre l'interrupteur marche-arrêt, un voyant qui indique que la pile débite, le milliampèremètre, la résistance variable, l'inverseur de polarité NPN-PNP et le support destiné à recevoir le ou les transistors à tester. A noter un petit détail intéressant : la majorité des transistors sont à sortie par fils souples et peuvent par conséquent être accordés au support à trois trous, mais il en est d'autres (les boîtiers de puissance notamment) qui ne peuvent pas être enfichés dans ce support ; dans ce cas, il est bon de prévoir trois prises (genre prises universelles pour recevoir soit une fiche « banane » soit un fil ou une cosse) qui seront directement raccordées aux plots émetteur-base-collecteur du support.

De la sorte, tous les transistors, de quelque type que ce soit, pourront être testés et il n'y aura pas de problème de boîtier. Un autre avantage de ces trois prises montées en parallèle avec le support, est de pouvoir tester un transistor qui est monté sur un circuit ou à quelque distance du testeur et que l'on ne peut pas approcher suffisamment du coffret pour l'enficher dans le support, le raccordement s'effectuant alors par trois simples fils pouvant avoir jusqu'à 30 ou 35 cm de long.

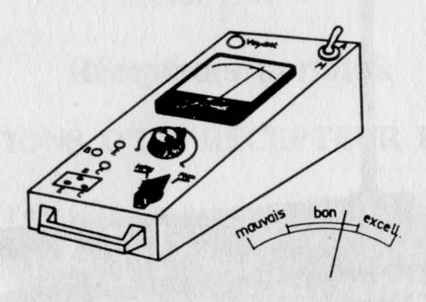


Fig. I-3

Enfin, il sera bon de graduer le cadran du milliampèremètre en trois secteurs : mauvais - bon - excellent. Les limites de ces trois secteurs dépendront du galvanomètre utilisé et c'est par l'expérience que l'étalonnage sera effectué en utilisant quelques spécimens connus comme étant mauvais/médiocres - médiocres/bons - bon/très bons... etc.

Voici deux petits appareils de mesures qui assureront de bons et loyaux services à l'amateur éclairé comme au débutant qui se familiarisera d'autant plus vite avec les semi-conducteurs en voyant mieux et plus vite ce qu'il fait et où il va et en connaissant mieux les moyens dont il dispose et les produits qu'il utilise, surtout lorsqu'il emploie des produits de récupération.



Récepteur simple permettant l'écoute des bandes utilisées par les émetteurs-récepteurs portatifs.

CHAPITRE II

Récepteurs portatifs

EVOLUTIONS D'UN RECEPTEUR DE DEBUT

Le premier pas d'un amateur est de construire un récepteur simple à cristal (on disait autrefois « à galène ») pour la réception au casque téléphonique des stations locales.

Nous allons suivre la réalisation d'un tel poste, en ajoutant ensuite par étapes des étages amplificateurs à transistors.

Il est commode pour de tels montages d'essais, d'utiliser une plaque en matériau isolant (ébonite, bakélite, plexiglas, etc.) percé en damier (trous de 3,5 mm) les trous étant espacés de 15 mm par exemple. Nous avons adopté de telles plaques pour nos essais, en plaques d'ébonite épaisseur 4 à 5 mm, dimensions 180 × 250 mm.

Pour les connexions, il est intéressant d'employer du fil de câblage en couleur, ce qui évite des erreurs et permet de suivre ensuite facilement les circuits. Par exemple fil bleu (ou noir) pour le négatif de la pile, fil rouge pour le positif, fil jaune pour les circuits HF, etc.

Pas de soudure, ce qui permet des modifications rapides des montages, les différentes pièces étant disposées suivant le schéma. Ces pièces sont fixées par des vis de 3 mm et des écrous. Nous évitons ainsi l'emploi d'un fer à souder, dont la chaleur est souvent néfaste aux semi-conducteurs.

Figure 1 : le schéma du circuit de base. La bobine L sera enroulée sur un barreau en ferrite classique. On enroulera par exemple 35 spires, de préférence non jointives, en fil émaillé 8/10 à 10/10 de mm, avec deux prises, l'une au centre de l'enroulement, l'autre à 5 spires depuis une extrémité. Ce nombre total de spires est donné à titre indicatif ; il variera suivant la longueur d'onde (ou fréquence) des émetteurs que l'on veut écouter.

De même pour les condensateurs variable d'accord. Ce condensateur C peut avoir une valeur comprise entre 100 et 400 pF. Une bonne valeur est de l'ordre de 250 pF. Un bouton simple de commande. Inutile de prévoir une démultiplication.

Pour la détection nous adoptons deux diodes semiconductrices, ce montage est plus sensible qu'avec une seule diode. Elles seront d'un type courant : OA90, IN4148, etc. Certaines de ces diodes sont plus sensibles que d'autres, il faudra faire un choix dans ce que l'on possède.

Les condensateurs fixes sont au papier ou céramique. On peut aussi bien utiliser des condensateurs au mica, cela n'en sera que mieux.

Casque téléphonique de préférence 500 Ω, ce qui rapproche de l'impédance des diodes.

Les prises sur la bobine L permettent de chercher celle où la sélectivité est la meilleure, suivant le branchement de l'antenne et du circuit des diodes. On fera les essais.

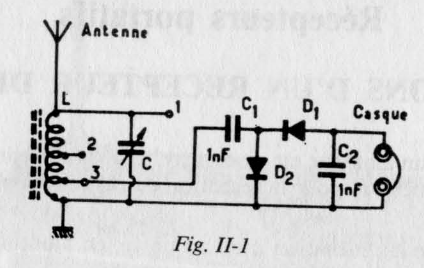


Fig. II-1

Voilà le poste le plus simple. Comment augmenter sa sensibilité et sa puissance ? Ce sera le second pas de nos essais. Nous aurons le montage de la *figure 2*.

La plaque isolante trouée précitée facilitera le nouveau montage. Nous allons ajouter un étage d'amplification HF (haute fréquence) avec un transistor 2SA342 (ou analogue). Une pile de lampe de poche (de ménage, de préférence) 4,5 V nous fournira la tension nécessaire au transistor.

L'étage HF ainsi constitué donne une amplification avant la détection. La sélectivité et la sensibilité seront améliorées. On constatera en général, que la prise 3 donne de meilleurs résultats pour la sélectivité, son impédance étant mieux adaptée à celle du transistor. Le but de la bobine d'arrêt BA est d'empêcher la haute fré-

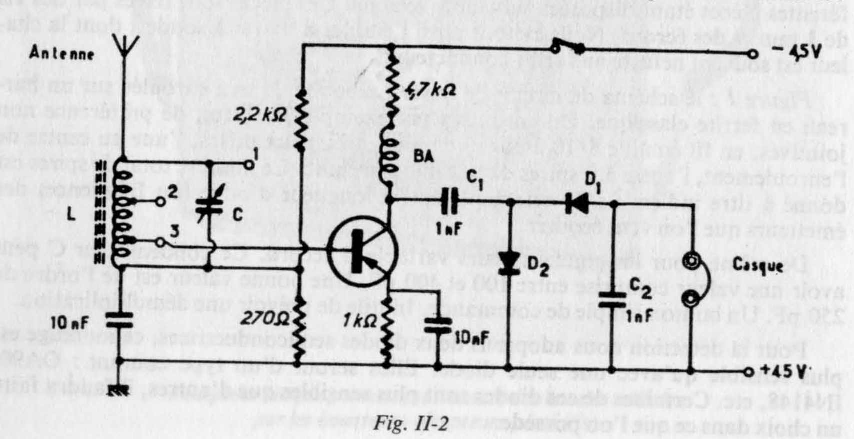


Fig. II-2

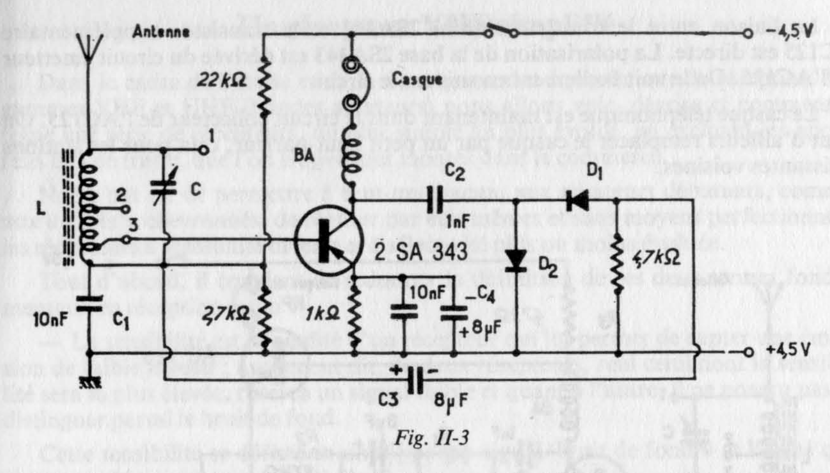


Fig. II-3

quence de se perdre dans la pile. On la dérive vers les diodes, par l'intermédiaire du condensateur de 1 000 pF qui, lui, est traversé facilement par cette HF.

On trouve dans le commerce de telles bobines d'arrêt, valeur 2,5 mH, comportant quatre petites bobines nid d'abeilles qui conviennent parfaitement. Ou alors la constituer par 150 à 200 spires de fil 20/100 isolement soie, enroulées sur un tube en carton diamètre 6 à 10 mm. Mais le résultat sera moins bon.

Les condensateurs du transistor et celui à l'extrémité inférieure de la bobine L, ont chacun une capacité de 10 nF (ou 10 000 pF).

Nous allons franchir maintenant le troisième pas, qui sera de transformer le montage en circuit « reflex ». Schéma *figure 3*.

Le transistor 2SA343 amplifie d'abord en HF, puis après détection par les diodes, les signaux reviennent à ce transistor par le condensateur chimique C_3 (8 μF) et sont amplifiés en BF. Le casque téléphonique est alors placé dans le circuit collecteur du transistor.

On remarquera que le condensateur « by.pass » du circuit émetteur est doublé par un condensateur chimique C_4 (de 8 μF). En effet le transistor ne fonctionne plus seulement en HF, mais également en BF. Pour cette dernière on doit donc laisser passer la BF (par C_4).

L'amplification se trouve maintenant sensiblement augmentée. Nous avons amplification HF, puis détection, et enfin amplification BF.

Encore un quatrième pas. Nous allons ajouter un second étage BF, ce qui nous conduit au schéma de la *figure 4*.

Ce second étage BF sera un transistor AC125. En définitive notre petit récepteur à deux transistors et deux diodes comporte maintenant :

1 étage haute fréquence
1 détection
2 étages basse fréquence.

La liaison entre le transistor initial 2SA343 et le transistor supplémentaire AC125 est directe. La polarisation de la base 2SA343 est dérivée du circuit émetteur de l'AC125. On le voit facilement en suivant le circuit.

Le casque téléphonique est maintenant dans le circuit collecteur de l'AC125. On peut d'ailleurs remplacer le casque par un petit haut-parleur, cela pour les stations puissantes voisines.

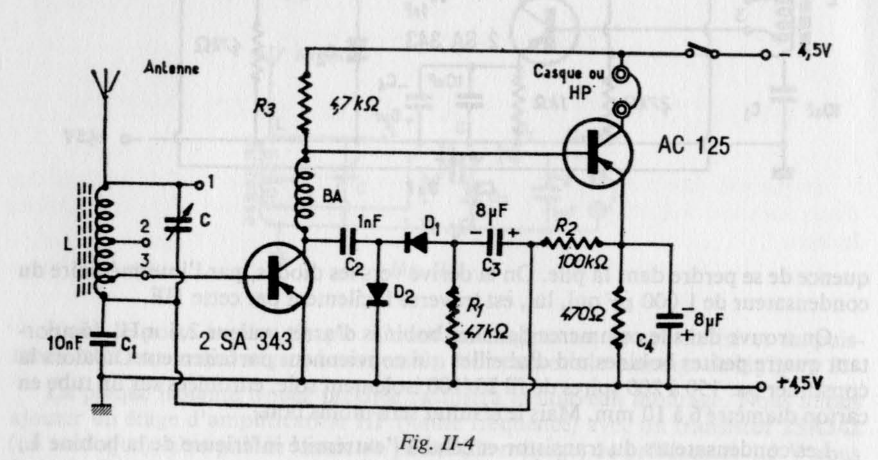


Fig. II-4

Voyons, *figure 4,* comment se comportent les courants HF et BF. La HF, captée par l'antenne, se développe dans la bobine L accordée par le condensateur variable C. Elle est transmise à la base du transistor 2SA343 et on la recueille amplifiée au collecteur de ce transistor. La bobine d'arrêt BA laisse passer le courant continu de la pile, mais oppose une barrière infranchissable au courant HF, qui, lui trouve un passage facile à travers le condensateur C_2. Les diodes D_1 et D_2 redressent ce courant HF (c'est le phénomène de la détection) et il ne reste que la modulation BF aux bornes de la résistance R_1. Ce courant BF traverse le condensateur chimique C_3 de forte capacité, ne passe pratiquement pas dans la résistance R_2 et est renvoyé vers la base du transistor 2SA343 en traversant quelques spires de la bobine L, qui n'opposent aucun obstacle à la BF.

Le transistor 2SA343 amplifie alors en BF (sans nuire au fonctionnement en HF indiqué précédemment) et on recueille cette BF amplifiée au collecteur du transistor.

Le condensateur chimique C_3 est de forte capacité pour laisser passer le courant BF de façon appréciable. Cette BF traverse sans difficulté la bobine d'arrêt BA et trouve un chemin facile vers la base du transistor AC125. Ce dernier amplifie cette BF, recueillie au collecteur et qui actionne le casque (ou petit haut-parleur).

Nous disposons ainsi d'un petit récepteur expérimental, qui nous permettra de nous familiariser avec les transistors.

Un récepteur VHF simplifié

Dans le cadre de l'étude et de la description des équipements de réception des gammes VHF et UHF (bandes amateurs) nous allons voir, décrire et commenter toute une série de récepteurs, du plus simple au plus évolué, en excluant les appareils dits de trafic, que l'on trouve tout montés dans le commerce.

Notre but est de permettre à tout-un-chacun, aux amateurs débutants, comme aux « OMs » chevronnés, de réaliser par eux-mêmes et sans moyens perfectionnés, les récepteurs à sensibilité diverse et à sélectivité plus ou moins évoluée.

Tout d'abord, il convient de redonner la définition de ces deux termes fondamentaux en réception radio :

— La sensibilité est la qualité d'un récepteur qui lui permet de capter une émission de faible niveau ; autrement dit, de deux récepteurs, seul celui dont la sensibilité sera la plus élevée, recevra un signal faible et quant à l'autre, il ne pourra pas le distinguer parmi le bruit de fond.

Cette sensibilité se définit en un rapport « signal/bruit de fond » et l'unité qui correspond à ce rapport est le décibel.

Cela se traduit encore par la mesure d'une tension haute fréquence arrivant sur la borne d'antenne du récepteur : par exemple, il pourra être question d'une sensibilité de 1 μV à l'entrée du récepteur pour être indentifié. En dessous de ce seuil de 1 μV, le signal ne pourra pas être distingué du bruit de fond.

— La sélectivité est la qualité d'un récepteur qui lui permet de séparer deux émissions très voisines ; de deux récepteurs, celui qui aura une meilleure sélectivité pourra isoler une émission choisie, d'une autre très voisine, alors qu'un autre récepteur moins sélectif ne pourra pas les dissocier et devra les recevoir en même temps avec les inconvénients que cela comporte, c'est-à-dire une difficulté de compréhension.

Cette sélectivité se définit en différence de fréquence, donc en kHz ce qui signifie que pour un récepteur ayant une sélectivité de 2 kHz, deux émissions séparées par moins de 2 kHz ne pourront pas être dissociées alors qu'au-dessus de cette valeur critique, il sera parfaitement possible d'écouter l'une ou l'autre, mais séparément, ce qui est en fin de compte, le but recherché.

Le récepteur

Le premier récepteur qui va inaugurer cette série est extrêmement simplifié ; il comporte un étage détecteur à réaction suivi d'un préamplificateur BF suivi à son tour d'un second amplificateur BF actionnant soit un casque à deux écouteurs soit un petit haut-parleur.

Le schéma (*fig. 5*) montre un transistor AF125 dont le blindage est à la masse qui est utilisé en détecteur à réaction ; son émetteur est relié à la masse par le truchement d'une petite self de choc VHF et son collecteur reçoit le signal à détecter, issu d'un circuit oscillant accordé sur la fréquence choisie par un condensateur variable à très faibles pertes de 3 à 12 pF (CV_1) ; le couplage à l'antenne se fait par une spire ajoutée sur la bobine d'accord L_1 ; la réaction est obtenue en couplant

l'émetteur du AF125 à son collecteur par une petite capacité ajustable de très faible valeur (3 à 30 pF).

Le découplage du montage à réaction est lui-même obtenu en alimentant directement la base du transistor par le — 9 V avec une résistance de forte valeur (470 kΩ découplée par une capacité fixe de 100 pF. Le circuit du collecteur est chargé par le primaire d'un transformateur BF (modèle miniature) dont le secondaire (à faible impédance) amène le signal BF détecté à l'entrée du préamplificateur BF équipé d'un transistor AC125, et en raison de la puissance BF réduite que l'on peut tirer de ce récepteur il n'a pas été utile de prévoir de potentiomètre pour le gain BF !

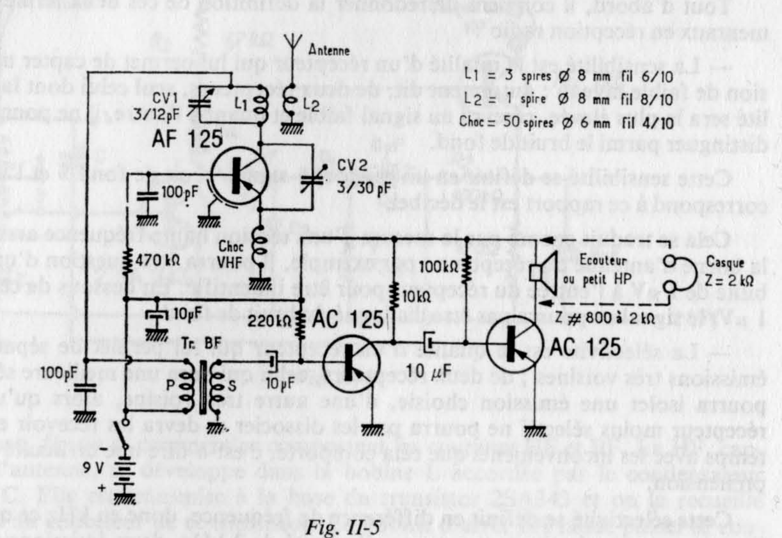


Fig. II-5

Deux piles de 4,5 V montées en série délivreront les 9 V nécessaires à l'alimentation de ce récepteur ; ce dernier pourra être réalisé sous forme d'un petit coffret de dimensions 100 × 150 × 50 mm comme il est indiqué sur la *figure 6*, sur le panneau avant duquel on verra : le haut-parleur et les prises pour un casque (impédance 2 000 Ω) la commande du CV_1 (recherche des stations), éventuellement celle de CV_2 pour le réglage fin de la sensibilité, la prise d'antenne et enfin un interrupteur marche/arrêt pour couper l'alimentation des deux piles ; la consommation du récepteur au complet est faible : inférieure à 30 mA, et la durée des deux piles fort élevée.

Le choix du transformateur BF est éclectique, car il est plutôt fonction des fonds de tiroir ; si l'on désire acheter dans le commerce ce transformateur, il est conseillé de prendre un transfo « driver » utilisé pour les attaques de montages push-pull AC125 en driver et AC132 en push-pull). L'impédance du primaire n'a pas une très grande importance (de 500 à 800 Ω si possible) et quant au secondaire, une centaine d'ohms fera très bien l'affaire.

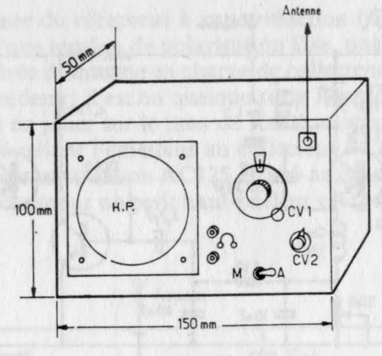


Fig. II-6

Là encore, il est important de disposer d'une bonne antenne car ce montage est très sensible et sélectif, mais demande un très bon collecteur d'ondes, c'est-à-dire une antenne bien dégagée et réalisée avec soins.

Ses applications

Trois applications s'offrent à ceux qui voudront réaliser ce récepteur VHF simplifié ;

en premier lieu : récepteur associé à un petit émetteur pour former un ensemble walky-talky ;

ensuite : récepteur de contrôle pour les essais d'émetteurs amateurs ou pour faire divers essais d'émission ou de transmission VHF et vérifier la portée des émetteurs en cours de réglages ;

enfin, écoute de stations (amateurs ou autres) relativement fortes pour se familiariser avec ce domaine des ondes métriques, idéal pour l'OM débutant.

Une variante de ce montage (*fig. 7)* permet de parfaire l'écoute en jouant sur la sélectivité et sur la sensibilité du montage à réaction ; pour ce faire, un potentiomètre est inséré dans l'alimentation de la base et il sera très simple de déplacer le point de polarisation de cette dernière ; de même, pour éviter l'emploi d'un transformateur BF, on a monté une résistance variable de 10 000 Ω dans l'émetteur du transistor AF125, à la suite de la self de choc VHF et le signal BF est prélevé sur le point commun à la self de choc et à la résistance variable ; un filtre RC transmet le signal BF au préamplificateur, qui présente lui-même quelques variantes quant à sa polarisation de base : un transistor AC125 a été ajouté et le gain en est amélioré ; la sensibilité de ce montage par rapport au précédent est appréciable.

Dans les deux cas, il est bon de commander le CV_1 par un excellent bouton à démultiplication de telle sorte que pour balayer la gamme 144 MHz on puisse passer lentement d'une station à l'autre, car le réglage est assez « pointu ».

Les bobines L_1, L_2 « choc » ont les mêmes caractéristiques que celles du premier montage ; ce récepteur est donc du type à super réaction et sa sensibilité est telle qu'avec un émetteur de 200 mW (petit walky-talky) la réception est excellente

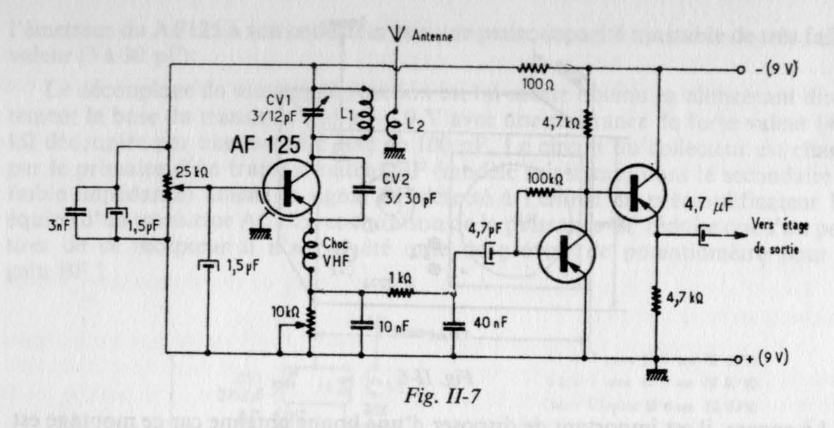


Fig. II-7

à plus de 500 m l'antenne étant constituée par un simple bout de fil de 50 cm. Le réglage de la réaction se fait en déplaçant le point de fonctionnement de la base de AF125 (en jouant sur le curseur du potentiomètre de 25 kΩ) jusqu'à obtention du bruit caractéristique de la réception en réaction et lorsque l'on entend une station en tournant CV_1, on parfait l'écoute en retouchant par petits coups sur les deux potentiomètres jusqu'à obtenir la meilleure réception possible. Une présentation identique (*fig. 8*) au montage précédent montre les deux boutons supplémentaires correspondants aux deux potentiomètres de 10 et 25 kΩ.

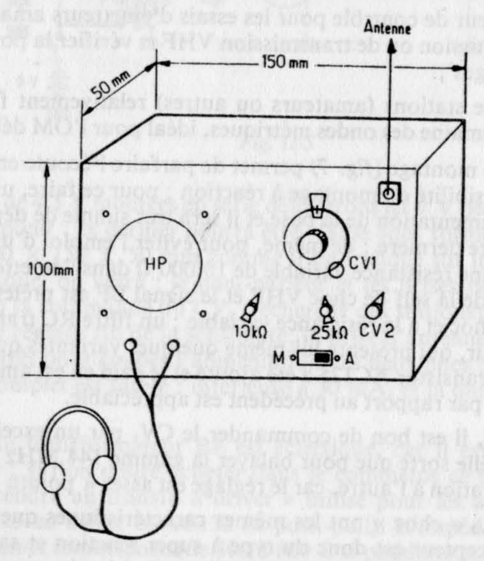


Fig. II-8

Une seconde variante du récepteur à super-réaction (*fig. 9*) montre encore un AF125, dont la base a une tension de polarisation fixe, une charge d'émetteur également fixe, et une arrivée d'antenne en charge de collecteur ; ce montage est extrêmement voisin du précédent ; il est en quelque sorte identique, à la différence près que la seule possibilité de jouer sur le taux de réaction sera fonction du réglage du condensateur ajustable reliant l'émetteur au collecteur de AF125. L'amplificateur BF est des plus classiques et utilise un AC125 en pré-ampli et un AC132 en ampli de puissance ; ainsi une écoute sur un petit haut-parleur est tout à fait possible dans de bonnes conditions.

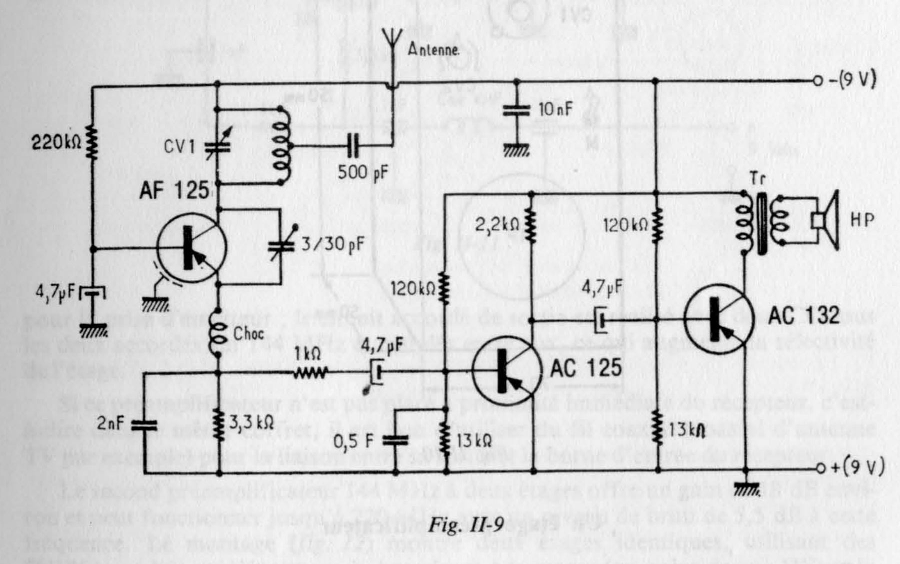


Fig. II-9

Là encore l'alimentation sera obtenue au moyen de deux piles de 4,5 V en série ; pour la présentation, un petit coffret (dimensions 70 × 50 × 150 mm) permet d'obtenir un mini-récepteur de poche utilisable aussi bien en portatif en extérieur avec une antenne fouet, ou à domicile en reliant une antenne extérieure bien dégagée à la borne antenne du récepteur.

Il n'est pas impératif d'utiliser un transistor AF125, pour ces trois récepteurs élémentaires ; des équivalents peuvent très bien convenir et notamment un 2N1225 ou le 2N2904, 2N2905 ou leurs versions améliorées 2N2905A, etc. Si l'on désire employer des transistors au silicium, il est bon d'utiliser un 2N930 ou similaire, mais dans ce cas, la polarité des piles devra être inversée car ces transistors au silicium sont de type NPN.

La réalisation de ces montages simplifiés à l'extrême ne pose aucun problème, mais il faut insister sur le soin à apporter à la confection du circuit accordé, car c'est de lui que dépend en grande partie la sensibilité du récepteur ; plus son coefficient de qualité sera élevé et plus forte sera la sensibilité du montage.

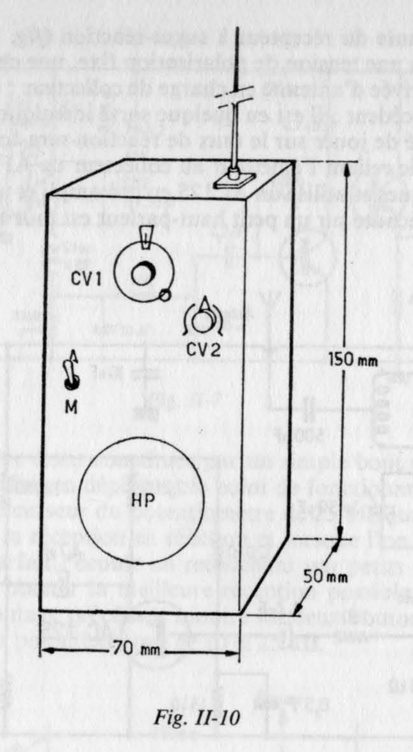


Fig. II-10

Un étage préamplificateur

Pour augmenter la sensibilité et la sélectivité des récepteurs et tout particulièrement des récepteurs à ondes métriques, il est bon d'adjoindre un étage préamplificateur, que l'on intercalera entre l'antenne et le récepteur proprement dit ; d'autre part, non seulement la réception sera considérablement améliorée mais il n'y aura plus de risques de perturbations pour les récepteurs des voisins (TV notamment) ; en effet, un étage à super-réaction oscille et rayonne, donc risque de perturber tout récepteur sensible placé dans les environs.

Nous ne saurions trop conseiller la réalisation de ce préamplificateur, par ailleurs fort simple, dont nous donnons ci-dessous deux versions.

Ce premier préamplificateur 144 MHz à un étage utilise un transistor 2N2904A ou un 2N2398 ; son alimentation se fait en 9 V (— à la masse) et les circuits d'entrée et de sortie doivent être blindés pour éviter tout risque d'accrochage ; quatre capacités « coaxiales » de 1 000 pF découplent les retours de base et d'émetteurs et ces précautions sont indispensables pour obtenir un bon résultat et notamment un gain appréciable ; le circuit accordé d'entrée est constitué par une bobine de 3 spires avec deux prises, l'une au milieu pour l'antenne et une seconde au tiers

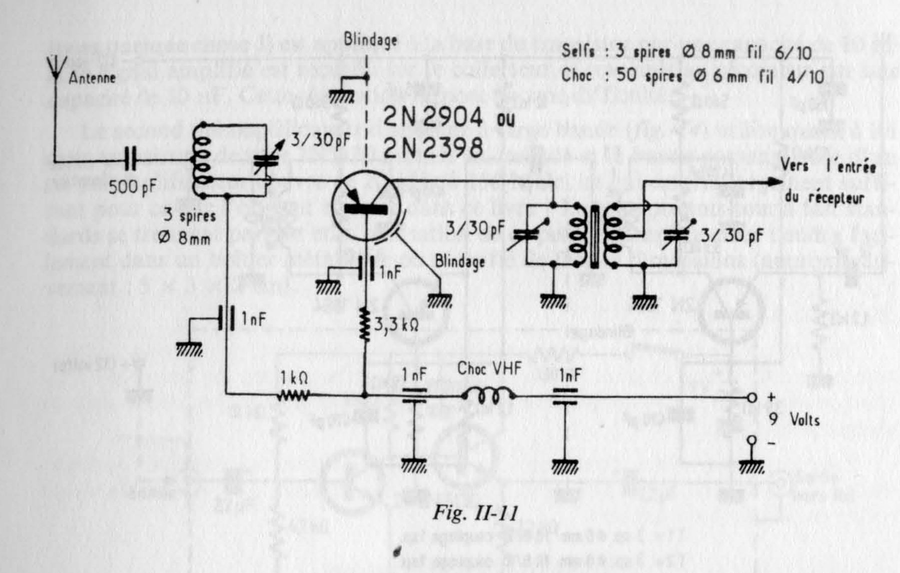


Fig. II-11

pour la prise d'émetteur ; le circuit accordé de sortie est réalisé avec deux CO tous les deux accordés sur 144 MHz et couplés entre eux, ce qui augmente la sélectivité de l'étage.

Si ce préamplificateur n'est pas placé à proximité immédiate du récepteur, c'est-à-dire dans le même coffret, il est bon d'utiliser du fil coaxial (coaxial d'antenne TV par exemple) pour la liaison entre sa sortie et la borne d'entrée du récepteur.

Le second préamplificateur 144 MHz à deux étages offre un gain de 18 dB environ et peut fonctionner jusqu'à 220 MHz avec un niveau de bruit de 5,5 dB à cette fréquence. Le montage (*fig. 12*) montre deux étages identiques, utilisant des 2N1864, excités sur l'émetteur, la base étant à la masse (au point de vue HF) et la charge de collecteur constituée par un CO accordé (à large bande).

Si l'on accorde les deux CO en milieu de bande 144, c'est-à-dire au alentours de 145 MHz, le gain global de l'ensemble préamplificateur sera d'environ 30 dB dans la gamme des deux mètres, ce qui est extrêmement intéressant pour l'écoute de stations faibles ; bien entendu ces montages destinés à être intercalés entre l'antenne et le récepteur pourront très bien être utilisés avec d'autres récepteurs plus évolués que ceux qui utilisent la super-réaction et les résultats n'en seront que meilleurs !

Il est bon de noter qu'il n'y a pas lieu de retoucher les réglages des CO : T_1 et T_2 lorsque l'on change de fréquence à l'intérieur de la gamme 144 MHz, car leur bande passante est relativement large et couvre sans pertes toute la bande amateur et c'est la raison pour laquelle nous recommandons de centrer ces deux CO sur le milieu de bande : 145 MHz.

Les capacités seront en céramique ou en mica, sauf les capacités électrolytiques de 5 μF évidemment ! Pour éviter toute dérive, les résistances seront choisies comme étant du type 1/2 W.

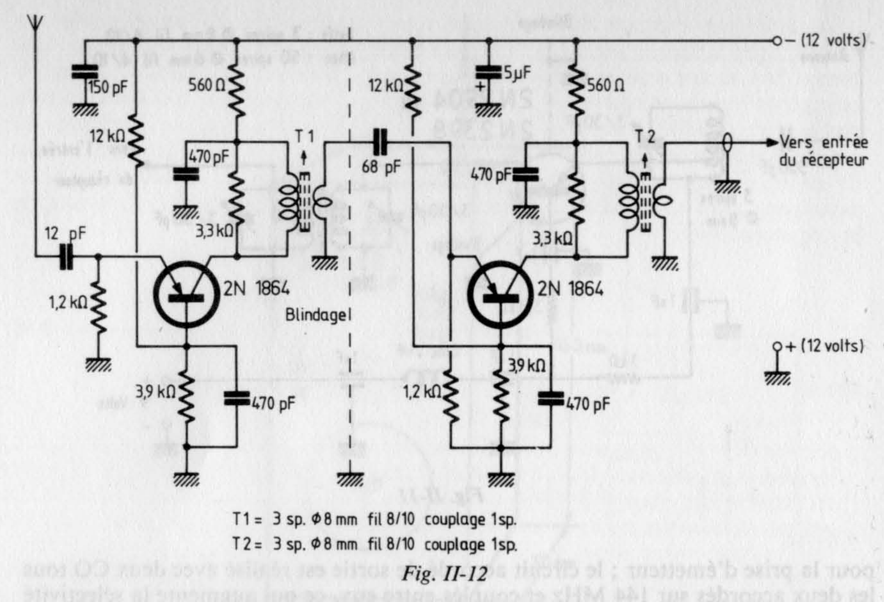


Fig. II-12

Là encore un blindage efficace séparera les deux étages, mais l'alimentation devra être de 12 V ou mieux 13,5 V (trois piles de 4,5 V en série).

Les deux préamplificateurs que nous venons de voir contenaient des circuits accordés (selfs et capacités) mais il existe des petits préamplificateurs à large bande, permettant la réception sur antenne particulièrement courte (donc peu efficace) et ceci avec des résultats encourageants ; le premier de ces montages sans prétention (*fig. 13*) est tout particulièrement simple ; il utilise un transistor facile à trouver dans le commerce : un BF185 (ou un équivalent tel que : BF173 ou BF117 ou BF206... etc.). Le signal capté par l'antenne (même courte, l'antenne capte tou-

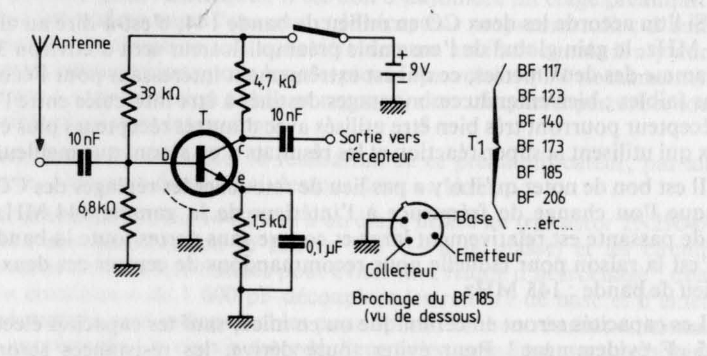


Fig. II-13. — Préamplificateur à large bande à 1 transistor.

jours quelque chose !) est appliqué à la base du transistor par une capacité de 10 nF et le signal amplifié est recueilli sur le collecteur et transmis au récepteur par une capacité de 10 nF. Cette réalisation ne pose aucune difficulté.

Le second préamplificateur d'antenne à large bande (*fig. 14*) utilise quant à lui deux transistors de type 2N5130 montés en cascade et la bande passante utile d'un tel préamplificateur couvre de 20 kHz à 150 MHz, ce qui est très largement suffisant pour ce que l'on veut en faire dans ce livre ! Les composants tout à fait standards se trouvent partout et la réalisation de ce petit préamplificateur tiendra facilement dans un boîtier métallique ou plastifié de faibles dimensions (approximativement : 5 × 3 × 2 cm).

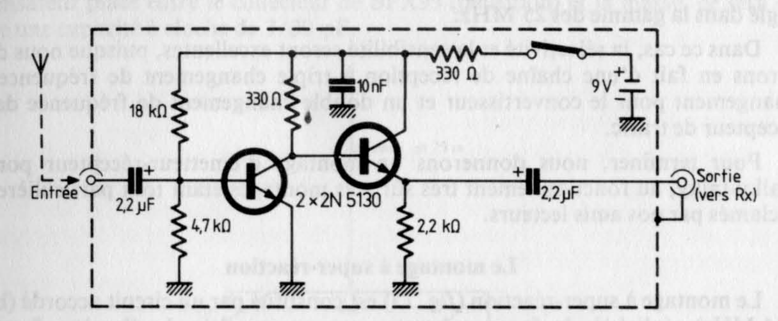


Fig. II-14. — Préamplificateur à large bande à 2 transistors.

Après avoir vu les récepteurs simplifiés à l'extrême, excellents travaux d'initiation pour les débutants ou pour les amateurs habitués aux tubes et voulant se reconvertir aux semi-conducteurs, nous verrons plus loin des chaînes de réception à la fois plus perfectionnées et plus sensibles et de loin en loin nous en arriverons à réaliser un véritable récepteur de trafic transistorisé, qui n'aura rien à envier aux équipements que l'on peut trouver dans le commerce, mais qui présentera un avantage énorme : celui que l'on éprouve à obtenir de bons résultats d'un appareil que l'on a soi-même créé.

Etude de trois types de récepteurs

L'étude des montages récepteurs VHF et UHF nous amène à considérer trois types de récepteurs quelque peu différents :

— Nous verrons tout d'abord un récepteur extrêmement simplifié du type « à super-réaction » dont la qualité fondamentale est la bonne sensibilité et qui, alliée à une simplicité exemplaire, en fait le récepteur idéal du débutant ou de l'amateur qui désire incorporer une chaîne de réception dans un émetteur portatif du type walky-talky.

— Nous verrons ensuite une chaîne beaucoup plus perfectionnée qui n'est autre qu'un ensemble convertisseur à changement de fréquence destiné à être utilisé con-

jointement avec un récepteur classique PO-GO-OC du commerce ; cette solution présente l'avantage d'allier un très bon compromis qualité/prix ; en effet, la sensibilité et la sélectivité en VHF sont comparables à celles que l'on pourra obtenir avec un récepteur de grande classe, alors que la réalisation en est relativement aisée : elle revient à ne fabriquer que les trois étages du convertisseur, toute la chaîne de réception qui le suit étant déjà au point, puisqu'elle est constituée par le récepteur du commerce, ou encore par le classique récepteur « à transistors » que l'on trouve maintenant dans tous les foyers.

— Enfin, un troisième récepteur à performances plus poussées sera là encore un bloc convertisseur à quatre étages, destiné à être suivi par un récepteur de trafic, réglé dans la gamme des 25 MHz.

Dans ce cas, la sélectivité et la sensibilité seront excellentes, puisque nous disposerons en fait d'une chaîne de réception à triple changement de fréquence : un changement pour le convertisseur et un double changement de fréquence dans le récepteur de trafic.

Pour terminer, nous donnerons un montage d'émetteur-récepteur portatif, walky-talky, au fonctionnement très sûr, ces montages étant tout particulièrement réclamés par nos amis lecteurs.

Le montage à super-réaction

Le montage à super-réaction (*fig. 15*) est constitué par un circuit accordé (bande 144 MHz) réalisé de la façon suivante : sur un mandrin de diamètre 8 mm on bobine trois spires de fil de cuivre de 12/10 de mm séparées par un bon millimètre entre spires ; cet enroulement est relié au condensateur variable d'accord, à l'antenne et à la masse ; à une extrémité on bobine une spire, isolée du premier enroulement, cette spire étant reliée au collecteur du transistor BFX93 ; enfin on bobine une nouvelle spire au pied de l'enroulement d'accord, là encore isolée de ce dernier, et cette spire va à la base du BFX93 ; on a ainsi réalisé l'âme du récepteur, car c'est du coefficient de qualité de ce circuit accordé que dépendra la sensibilité de tout le récepteur.

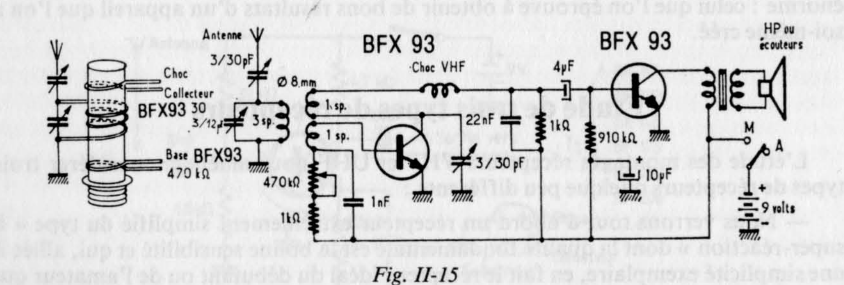


Fig. II-15

Le transistor BFX93 assure à la fois la réaction et la détection, et celle-ci, est prélevée, après une petite self de choc VHF (50 spires de fil de 6/10 mm sur diamètre 4 mm) par une capacité de 4 μF et amplifiée par un second transistor BFX93.

L'écoute pourra se faire soit avec un petit haut-parleur pour des stations puissantes, ou si l'émission est relativement forte, soit par une paire d'écouteurs placée aux bornes du secondaire du transformateur de sortie ; ce dernier est du type « driver » utilisé dans les amplificateurs BF à transistors et le type exacte importe peu.

L'alimentation est obtenue au moyen de deux piles de 4,5 V montées en série, et le — est relié à la masse, car les deux transistors sont du type NPN.

Le condensateur variable inséré dans l'antenne pourra être du modèle « à cloche : 3/30 pF » alors que le CV d'accord aura intérêt à être monté sur stéatite, à faibles pertes afin d'augmenter le « Q » du circuit accordé ; en ce qui concerne le condensateur placé entre le collecteur de BFX93 (détection) et la masse, ce sera là encore une capacité à cloche de 3/30 pF.

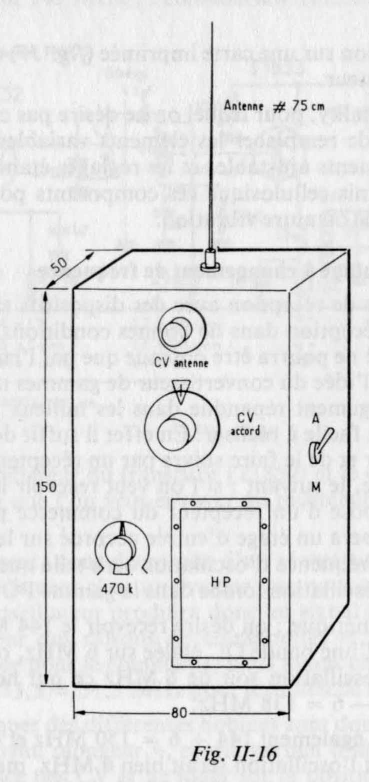


Fig. II-16

La présentation du récepteur (*fig. 16*) sous forme d'un petit boîtier de dimensions 150 × 80 × 50 mm assure à la fois un faible encombrement et une réalisation aisée car le câblage à l'intérieur de ce coffret ne présente aucune difficulté.

Si l'on désire incorporer ce récepteur dans un coffret contenant un émetteur portatif pour réaliser ainsi un walky-talky complet, il sera plus facile de monter

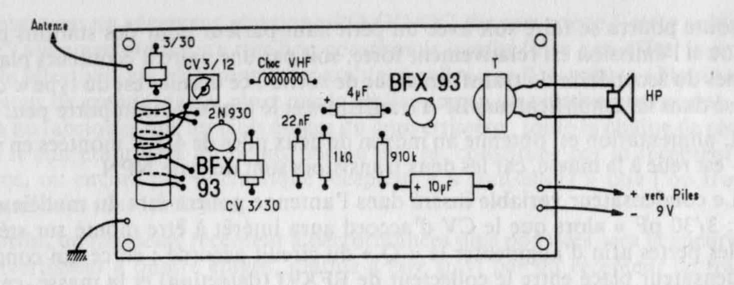


Fig. II-17

toute cette chaîne de réception sur une carte imprimée (*fig. 17*) et de placer le tout à l'intérieur du montage émetteur.

Dans le cas d'un walky-talky, pour lequel on ne désire pas changer la fréquence de trafic, il est très facile de remplacer les éléments variables (potentiomètres et condensateurs) par des éléments ajustables et les réglages étant faits une fois pour toutes, on bloquera au vernis cellulosique ces composants pour éviter tout déréglage ultérieur lors d'un choc ou autre vibration.

Montage à changement de fréquence

Ayant vu les possibilités de réception avec des dispositifs simplifiés, il ne faut pas perdre de vue qu'une réception dans de bonnes conditions, une bonne sélectivité et une grande sensibilité ne pourra être obtenue que par l'emploi de récepteur à changement de fréquence ; l'idée du convertisseur de gammes n'est pas nouvelle et son application est très largement répandue dans les milieux radio-amateurs car c'est une excellente solution facile à réaliser. En effet il suffit de câbler les deux ou trois étages du convertisseur et de le faire suivre par un récepteur du commerce ; le principe en est, rappelons-le, le suivant : si l'on veut recevoir la gamme 144 MHz par exemple, et si l'on dispose d'un récepteur du commerce pouvant recevoir la gamme PO ou OC, on réalisera un étage d'entrée accordé sur la gamme 144 MHz, puis un oscillateur dont la fréquence d'oscillation sera telle que la *différence* entre 144 MHz et la fréquence d'oscillation tombe dans la gamme PO ou OC.

Prenons un exemple numérique : on désire recevoir le 144 MHz et notre récepteur du commerce dispose d'une bande OC étalée sur 6 MHz, on veut que la différence entre 144 MHz et l'oscillation soit de 6 MHz ce qui nous donne une fréquence d'oscillation de 144 — 6 = 138 MHz.

Nous pourrions prendre également 144 + 6 = 150 MHz et dans les deux cas la différence entre 144 MHz et l'oscillation serait bien 6 MHz, mais pour des raisons pratiques on utilise pratiquement toujours la valeur inférieure (donc 138 MHz dans le cas présent). Cette fréquence de 6 MHz sera appliquée à l'antenne du récepteur du commerce réglé sur la gamme étalée 6 MHz et l'écoute de la bande 144 MHz s'obtiendra sur ce poste, qui ne recevra plus la bande étalée mais bel et bien la bande 144 MHz ; nous aurons donc ainsi un récepteur à double changement de fréquence (un pour le convertisseur et un second à l'intérieur du poste classique), d'où

une très bonne sensibilité et une sélectivité comparable à celle de très bons récepteurs de trafic beaucoup plus perfectionnés.

Ainsi donc, il nous faut confectionner un convertisseur 144 MHz et pour ce faire le schéma de la *figure 18* semble tout indiqué !

Trois transistors Philco (U.S.A.) sont utilisés ; un T1832 est monté en préamplificateur d'entrée 144 MHz ; cet étage est réalisé suivant le principe « base à la masse » ; l'émetteur reçoit le signal HF prélevé sur une prise intermédiaire du bobinage d'accord d'antenne ; ce CO est accordé sur 145 MHz (milieu de la bande 144-146 MHz), le collecteur de ce premier transistor est chargé par un CO, accordé lui aussi sur 145 MHz, et le signal amplifié est envoyé par un condensateur de très faible valeur (1 pF) au second étage dont la base est chargée par un troisième CO accordé également sur 145 MHz ; l'émetteur du transistor T1833 reçoit le signal en

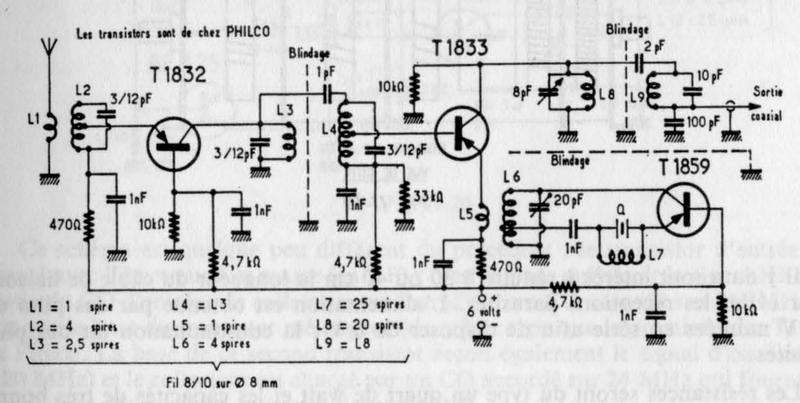


Fig. II.18

provenance de l'oscillateur du transistor (T1859) et le collecteur est accordé sur la fréquence du signal que l'on veut envoyer au récepteur du commerce qui suivra le convertisseur.

Dans le cas présent, nous disposons d'un récepteur couvrant une gamme 30 à 35 MHz et par conséquent c'est une valeur que nous avons choisie pour accorder les CO L_8 et L_9. L'oscillateur produira donc un signal à fréquence de 144 — 30 = 114 MHz, mais pour des raisons de commodités et notamment pour le quartz (valeur 113,5 trouvée pour le commerce) nous avons choisi une fréquence de sortie centrée sur 145 — 113,5 = 31,5 MHz pour le milieu de la bande 144-146.

Les caractéristiques des différentes bobines sont données et les mandrins utilisés sont du type « à noyau plongeur », ce qui permet d'utiliser des capacités fixes au mica, au lieu et place des CV et de jouer sur la position du noyau plongeur pour accorder les CO. Il est indispensable de monter des blindages efficaces entre les étages et la disposition conseillée (*fig. 19*) évite les réactions parasites qui sont la plaie des montages VHF ! L'auteur en sait quelque chose ! Le signal de sortie (31,5 MHz) est acheminé par un coaxial de bonne qualité à la borne antenne du récepteur suivant.

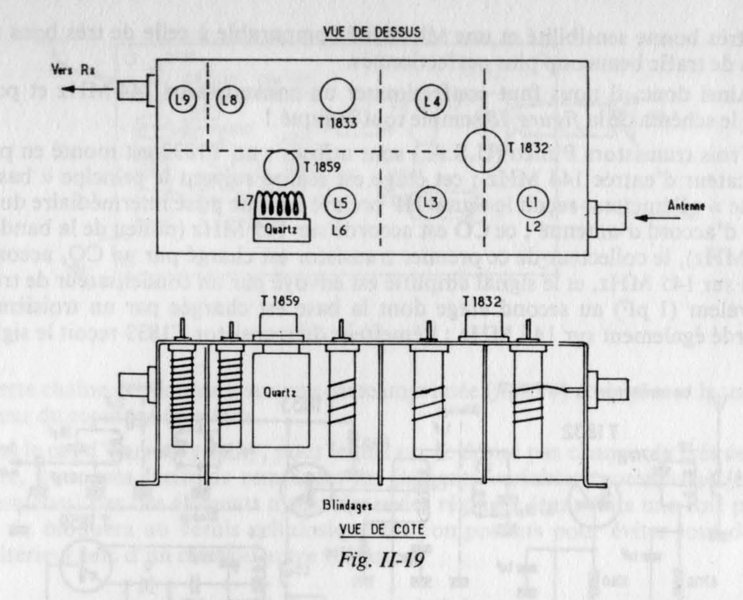


Fig. II-19

Il y aura tout intérêt à réduire à 30 ou 40 cm la longueur du câble de liaison, pour éviter les réceptions parasites. L'alimentation est obtenue par des piles de 1,5 V montées en série afin de disposer de 6 V ; la consommation est des plus réduites.

Les résistances seront du type un quart de watt et les capacités de très bonne qualité (mylar, céramique ou polyester, etc...).

A noter que l'oscillateur à quartz est du type Hartley à contrôle de fréquence par quartz et ce dernier fournit directement l'harmonique de rang 7 sans être obligé d'utiliser des étages multiplicateurs de fréquence ; ce quartz était donc taillé initialement pour osciller sur une fréquence fondamentale de 113,5 : 7 = 16,2 MHz.

Enfin ce montage a été utilisé avec également de bons résultats en employant d'autres quartz, une autre fréquence d'oscillation et par voie de conséquence, une fréquence de sortie de 7 à 8 MHz (bande des 40 m) ou 14 à 15 MHz (bande des 20 m) en liaison avec un récepteur accordé dans ces gammes ; le tout est de déterminer la fréquence d'oscillation en fonction de ce que l'on désire obtenir en sortie, laquelle est directement fonction du récepteur dont on dispose.

Le troisième récepteur

Une réalisation encore plus performante de convertisseur 144 MHz (*fig. 20*) utilise un étage amplificateur 144, suivi d'un étage mélangeur, excité par un oscillateur à deux étages, piloté par quartz. Ce dernier est piloté sur 20 MHz et c'est l'harmonique 3 qui est amplifiée dans le circuit de collecteur puis doublée à nouveau amplifiée pour attaquer le transistor mélangeur.

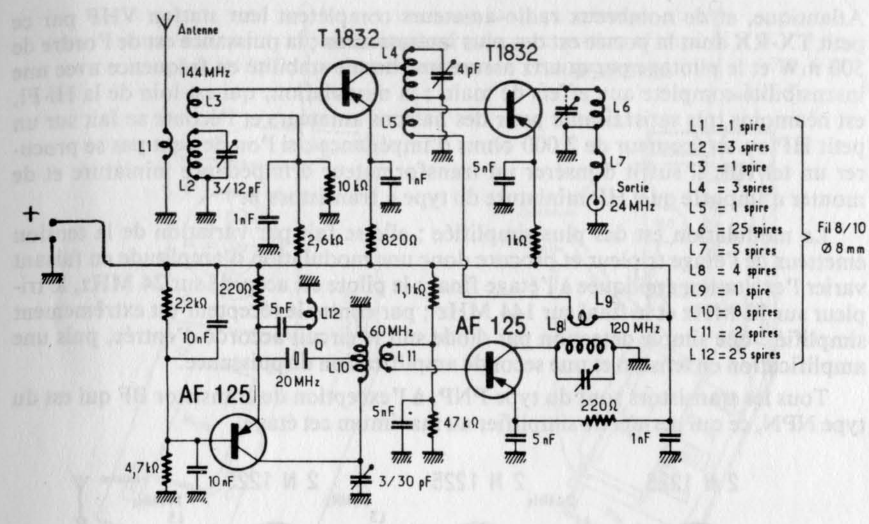


Fig. II-20

Ce schéma est quelque peu différent du précédent ; le transistor d'entrée est monté avec l'émetteur à la masse (en HF) ; c'est la base qui reçoit le signal HF à la sortie du CO d'entrée ; le collecteur est chargé par un CO accordé sur 144 MHz et attaque la base du transistor mélangeur (de même type que le premier : des T1832 de Philco. La base de ce second transistor reçoit également le signal d'oscillation (120 MHz) et le collecteur est chargé par un CO accordé sur 24 MHz qui fournit le signal de sortie destiné à exciter le récepteur BCL.

Le pilote est monté avec un quartz 20 MHz et son transistor est un AF125 de même que le transistor doubleur dont le collecteur est accordé sur 120 MHz.

A titre indicatif, notons que le transistor Philco T1832 peut être remplacé par un 2N1742.

L'alimentation de ce convertisseur est réalisée par des piles 1,5 V en série, de telle sorte que l'on dispose de 12 V avec le — à la masse.

Si le pilote à quartz éprouve quelques difficultés à démarrer son oscillation, il suffit de décaler légèrement la prise intermédiaire du bobinage L_{10} (prise de quartz) vers la sortie « collecteur » et tout rentrera ainsi dans l'ordre.

Là encore, des blindages efficaces en cuivre devront séparer les différents étages entre eux et cette condition est impérative pour l'obtention de bons résultats.

Le schéma est complété par le tableau des caractéristiques des bobinages qui ne présentent pas de grosses difficultés.

Un walky-talky 144 MHz

Ainsi que nous l'avons annoncé au début de ce chapitre, nous donnons ci-après la description d'un walky-talky sur 144 MHz qui a été étudié et réalisé outre-

Atlantique, et de nombreux radio-amateurs complètent leur station VHF par ce petit TX-RX dont la portée est des plus intéressantes ; la puissance est de l'ordre de 500 mW et le pilotage par quartz assure une bonne stabilité en fréquence avec une insensibilité complète aux effets de main ; la modulation, qui est loin de la Hi-Fi, est néamoins très satisfaisante pour des liaisons amateurs et l'écoute se fait sur un petit HP ou un écouteur de 2 000 ohms d'impédance ; si l'on ne peut pas se procurer un tel HP, il suffit d'insérer un transformateur d'impédance miniature et de monter n'importe quel HP miniature du type « transistors ».

La modulation est des plus simplifiée ; elle se fait par variation de la tension émetteur de l'étage tripleur et procure donc une modulation d'amplitude en faisant varier l'excitation appliquée à l'étage final ; le pilote est accordé sur 24 MHz, le tripleur sur 72 MHz et le final sur 144 MHz ; par contre le récepteur est extrêmement simplifié : une simple détection par diode suit le circuit accordé d'entrée, puis une amplification en tension et une seconde amplification de puissance.

Tous les transistors sont du type PNP, à l'exception du transistor BF qui est du type NPN, ce qui permet de simplifier au maximum cet étage.

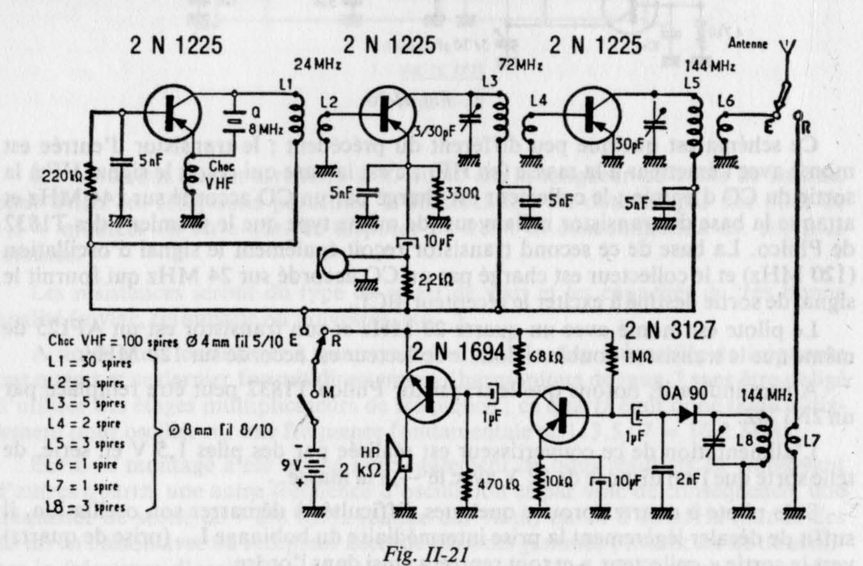


Fig. II-21

Il n'a pas été prévu de réglage de gain BF, car l'écoute n'est jamais suffisamment puissante pour que l'on éprouve le besoin de réduire le son ! De même, et pour éviter l'usure des piles, il n'a pas été monté de voyant, car dans ces TX-RX le courant consommé par les ampoules de voyants est supérieur à celui que demande le récepteur ou même l'émetteur !

Le schéma de ce petit appareil (*fig. 21*) et sa présentation (*fig. 22*) montrent la disposition des composants et l'aspect extérieur de ce mini-walky-talky.

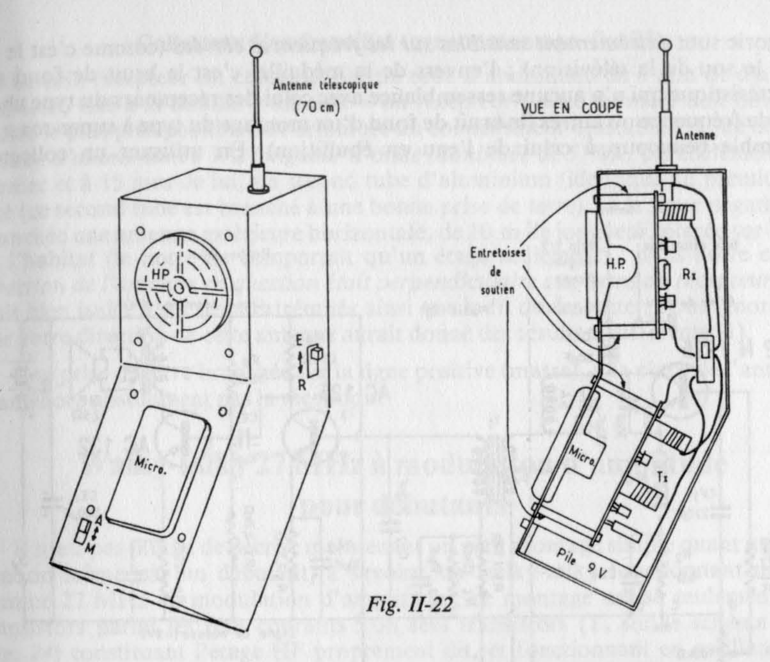


Fig. II-22

En terrain dégagé, la portée pourra être d'une bonne dizaine de kilomètres si l'on effectue une liaison avec une autre station dotée d'un bon récepteur, ou de quelques kilomètres si les deux équipements sont identiques, mais là encore, nous tenons à rappeler que la configuration du terrain et les obstacles jouent un très grand rôle et qu'en ville, nombreux sont les déboires des possesseurs de walky-talky qui ne peuvent converser entre eux qu'à des distances inférieures à un kilomètre ; en effet, les immeubles sont des obstacles qui atténuent considérablement la portée de ces émetteurs, alors qu'en mer ou à la campagne des portées très supérieures sont atteintes sans problème.

Une description détaillée d'un récepteur de trafic pour les bandes amateurs, transistorisé à 100 %, fera l'objet d'un chapitre de notre prochain livre ; ce récepteur sera disséqué par fonctions et sa réalisation se fera par étapes, car l'ensemble représente un récepteur de grandes performances, doté de perfectionnements très modernes.

Récepteur à 3 transistors pour l'écoute du son de la télévision

Montage du récepteur (fig. 23)

Pour mémoire, nous en publions le schéma, sur ladite figure. Ce récepteur est du type SUPER-REACTION ; à lampes ou à transistors, les montages de cette

catégorie sont *extrêmement sensibles sur les fréquences élevées* (comme c'est le cas pour le son de la télévision) ; l'envers de la médaille, c'est le bruit de fond très caractéristique qui n'a aucune ressemblance avec celui des récepteurs du type changeur de fréquence ou autres (le bruit de fond d'un montage du type à super-réaction ressemble beaucoup à celui de l'eau en ébullition). En utilisant un collecteur

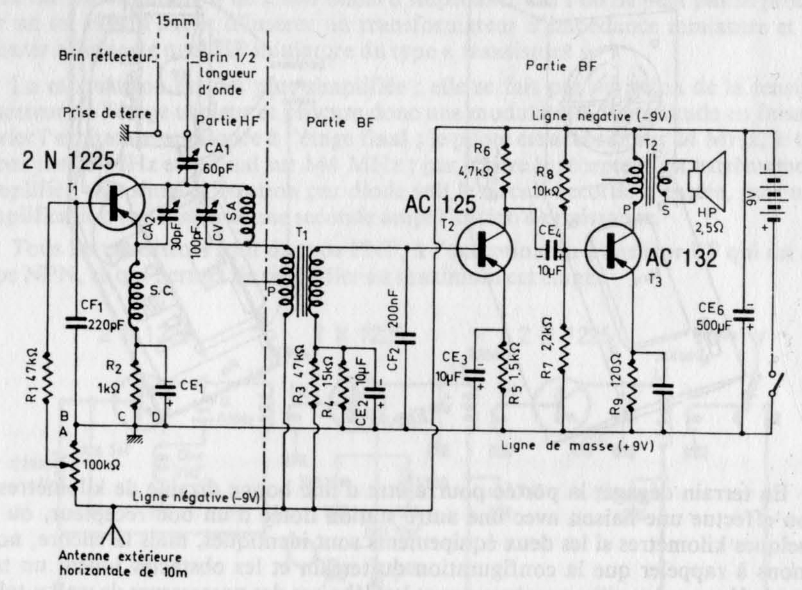


Fig. II-23

d'ondes classique et à condition de bien le régler, le récepteur à super-réaction que nous avons décrit n'en produit pas trop ; en utilisant le collecteur d'ondes que nous avons imaginé (*fig. 23*), le *bruit de fond de ce montage est à peu près éliminé* (à condition également de bien régler la réaction du récepteur ainsi que son accord) ; *ce résultat est extrêmement remarquable comme pourront en juger nos amis lecteurs qui connaissent ce genre de montage.*

Conditions dans lesquelles cette expérience a été réalisée

Avec nos amis de Bordeaux, nous écoutons *(très régulièrement)* avec ce montage *(et avec fort peu de bruit de fond),* le son de la 1[er] chaîne de T.V. de Bordeaux-Bouliac ; à une distance de 15 km ; sur la 1[er] chaîne les caractéristiques de l'émetteur de T.V. en question sont les suivantes :

Puissance : 500 W.
Canal : 10.
Polarisation : horizontale.
Fréquence (sur le son) : 188,55 MHz.

Collecteur d'ondes utilisé (avec ce montage, fig. 23)

Le brin récepteur est constitué par un tube d'aluminium de 4 mm de diamètre intérieur, fixé à la douille « antenne » du récepteur ; cette dernière doit être connectée le plus près possible de l'armature du condensateur ajustable CA_1 de 60 pF ; *ce tube d'aluminium à 1/2 longueur d'onde (diminuée de 5 %)* ; parallèlement à ce dernier et à 15 mm de lui, un second tube d'aluminium (identique au premier) est fixé (ce second tube est branché à une bonne prise de terre) ; à la ligne négative est branchée une antenne extérieure horizontale, de 10 m de longueur, placée sur le toit de l'habitat (le notre ne comportait qu'un étage seulement) ; dans notre cas, *la direction de l'antenne en question était perpendiculaire aux brins du récepteur ;* elle était bien isolée à ses deux extrémités ainsi que le fil de descente ; nous ignorons si une autre direction de cette antenne aurait donné des résultats différents (1).

Une prise de terre branchée sur la ligne positive (masse), à la place de l'antenne, n'améliore absolument pas la réception.

Walky-talky 27 MHz à modulation d'amplitude pour débutants

Il n'est pas inutile de décrire maintenant un petit montage simple quant à sa réalisation même par un débutant, à savoir : un walky-talky fonctionnant dans la gamme 27 MHz en modulation d'amplitude ; ce montage utilise seulement cinq transistors parmi les plus courants : un seul transistors (T_1 sur le schéma de la (*fig. 24*) constituant l'étage HF proprement dit, et fonctionnant en oscillateur en émission et en récepteur à super-réaction en réception, et quatre transistors BF fonctionnant en amplificateur BF (modulateur en émission et amplificateur d'écoute sur haut-parleur en réception).

Toutes les résistances de ce montage seront du type 1/4 W et le type exact des transistors utilisés importe peu : il suffira que le transistor T_1 puisse fonctionner en HF aux environs de 27 ou 30 MHz en se contentant d'une tension d'alimentation continue de 9 V (délivrée par la petite pile servant d'alimentation) ; quant aux transistors T_2, T_3, T_4, T_5 ils seront quelconques parmi les fonds de tiroir à disposition. Ce pourra être tout aussi bien des BF117 que des BF173 ou des BF206 ou tout autres.

Un potentiomètres de 47 kilohms assurera le réglage du volume sonore à la réception et en fin de course coupera le courant d'alimentation (c'est-à-dire de la pile de 9 V).

Un petit commutateur disposant de 2 positions et de 4 circuits (c'est-à-dire un quadruple inverseur) assurera la commutation émission-réception en commutant respectivement.

— **circuit (1) :** la mise en oscillation du transistor T_1 (en émission) ou la mise en réception à réaction (en réception).

(1) La descente de cette antenne était située du côté opposé à la direction de l'émetteur de T.V. : nous pensons qu'il eut été préférable que ladite descente soit du même côté que la direction de l'émetteur de T.V. (mais la disposition des lieux ne nous l'a pas permis).

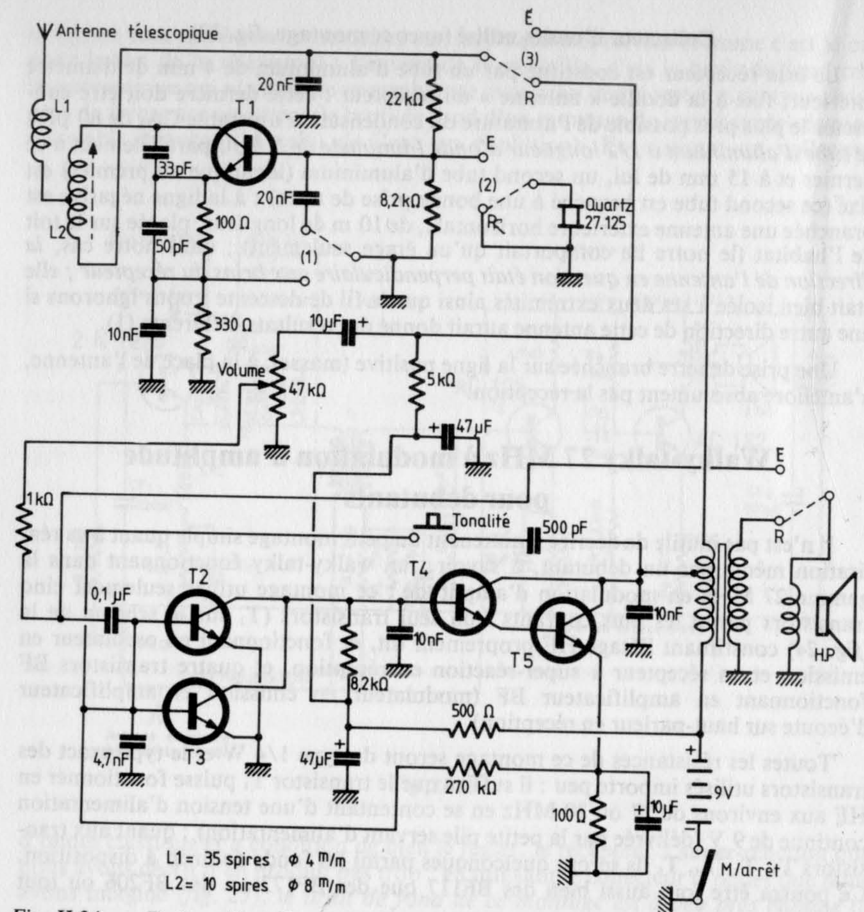


Fig. II-24. — Petit walky-talky 27 MHz en modulation d'amplitude avec appel sonore et transmission télégraphique (Morse).

— **circuit (2) :** la mise en service du quartz en émission ou sa coupure en réception.

— **circuit (3) :** la commutation de la BF (en émission : modulateur et en réception : amplification d'écoute sur haut-parleur).

— **circuit (4) :** la commutation du haut-parleur servant de HP en réception et de micro en émission.

Les bobines L_1 et L_2 seront faciles à réaliser :

L_1 aura 35 spires de fil de cuivre émaillé de diamètre 8/10 bobinées sur un diamètre de 4 mm,

L_2 aura 10 spires de ce même fil mais bobinées sur un petit mandrin à noyau de diamètre 8 mm. La prise sera à 3 spires du côté froid.

Le quartz utilisé sera choisi dans la gamme 27 MHz et de préférence sur la fréquence de 27,125 MHz, fréquence utilisée par les matériels amateurs ne nécessitant pas d'homologation spéciale dans le mesure où la puissance de sortie ne dépasse pas 50 milliwatts, ce qui est le cas de ce petit walky-talky qui fonctionne très bien et permet de réaliser des liaisons à un ou deux kilomètres en rase campagne. En outre, il est prévu pour pouvoir transmettre de la télégraphie modulée (du morse) ainsi qu'un signal d'appel de l'ordre de 1,5 kHz.

Il représente une excellente réalisation à tenter pour des débutants qui seront pleinement satisfaits des résultats obtenus.

Puisque nous venons d'étudier un montage émetteur-récepteur en 27 MHz, il serait intéressant de poursuivre quelque peu dans la voie de cette gamme de fréquence très populaire, et notamment :

Moniteur d'écoute et champmètre 27 MHz

De réalisation facile, cet appareil (*fig. 25*) peut rendre de grands services à l'amateur de radiocommande. Le principe en est très simple : circuit d'antenne accordé suivi d'une détection par diode OA95. Les tensions détectées sont appliquées à la base d'un transistor préamplificateur (SFT358 ou AF115). Un milliampèremètre, inséré dans le circuit collecteur, indique le moment où l'intensité est la plus élevée, c'est-à-dire le champ d'émission le plus fort. L'amplificateur BF final, équipé de deux transistors (OC47 ou OC75, et OC80 ou AC128) permet la vérification au son (intensité sonore maximum) des indications du milliampèremètre.

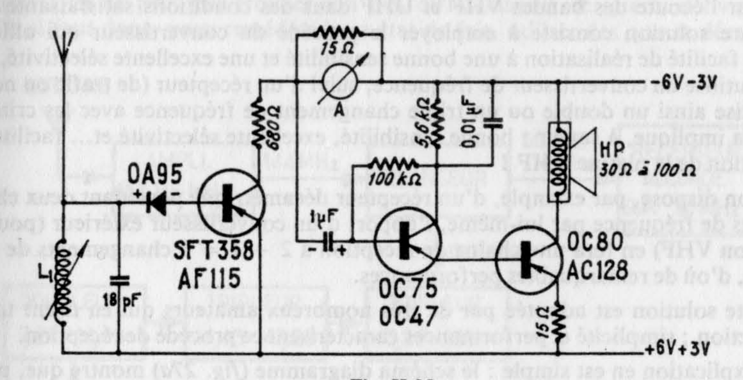


Fig. II-25

L_1 : diamètre 5 mm. 15 spires jointives de fil émaillé 5/10 (mandrin Lipa).

Récepteur simple d'écoute et champmètre 27 MHz

Cet appareil est de conception identique au précédent. Un petit perfectionnement lui a été apporté : l'intensité sonore est réglable, grâce au potentiomètre de 100 kΩ qui règle le niveau d'attaque de l'ampli BF final.

L_1 = diamètre 8 mm. 15 spires jointives de fil émaillé 5/10.

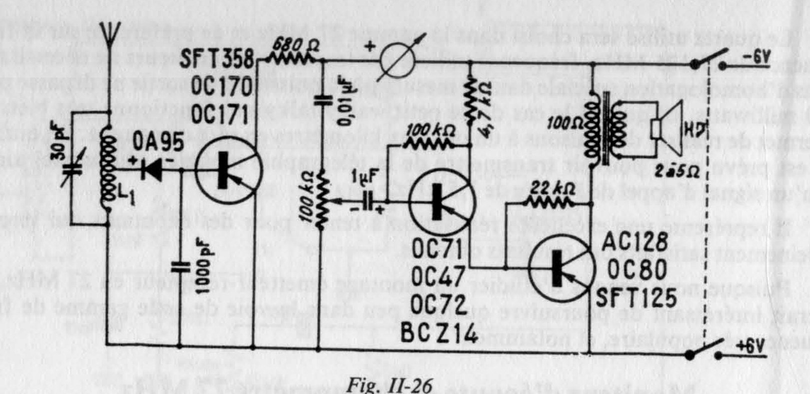


Fig. II-26

Les convertisseurs VHF

Pour l'écoute des bandes VHF et UHF dans des conditions satisfaisantes, la meilleure solution consiste à employer le procédé du convertisseur qui allie la grande facilité de réalisation à une bonne sensibilité et une excellente sélectivité, car si l'on utilise un convertisseur de fréquence, suivi d'un récepteur (de trafic ou non), on réalise ainsi un double ou un triple changement de fréquence avec les critères que cela implique, à savoir : bonne sensibilité, excellente sélectivité et... facilité de réalisation de la platine VHF !

Si l'on dispose, par exemple, d'un récepteur décamétrique possédant deux changements de fréquence par lui-même, l'apport d'un convertisseur extérieur (pour la réception VHF) en fera une chaîne de réception à 2 + 1 = 3 changements de fréquence, d'où de remarquables performances.

Cette solution est adoptée par de très nombreux amateurs qui en tirent toute satisfaction ; simplicité et performances caractérisent ce procédé de réception.

L'explication en est simple : le schéma diagramme (*fig. 27a*) montre que, pour recevoir la bande 144-145 MHz par exemple, et disposant d'un récepteur recevant par lui-même la bande 14 MHz, il faut partir d'un étage d'entrée accordé sur 144-146 MHz ; un oscillateur local fonctionnant sur 144 — 14 = 130 MHz, fournira une tension stable en fréquence et en amplitude qui sera mélangée (par le circuit de mixage) au signal incident (et amplifié) à 144 MHz ; un battement de 14 MHz sera alors disponible et après amplification sera envoyé à la borne antenne du récepteur accordé sur cette fréquence de 14 MHz, et qui après traitement de ce signal (comme s'il s'agissait d'une émission à la fréquence de 14 MHz) ressortira la modulation BF. Pour le balayage de la gamme 144 à 146 MHz, deux solutions s'offrent à nous : soit jouer sur la fréquence de l'oscillateur local à 130 MHz qui passera ainsi de 130 à 132 MHz afin que la fréquence de battement demeure égale à 14 MHz ; dans ce cas, il ne sera pas utile de toucher au vernier de fréquence du récepteur accordé sur 14 MHz ; la seconde manière consiste à laisser l'oscillateur local fonc-

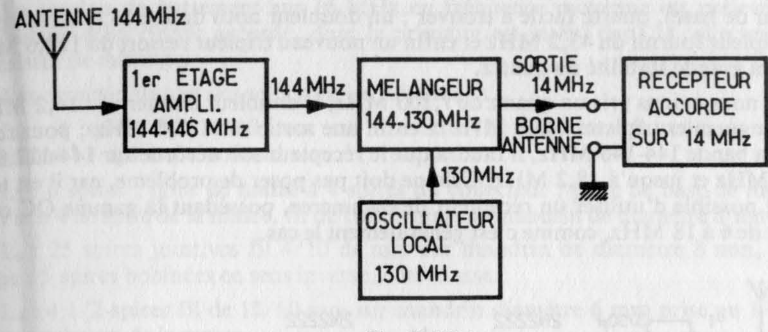


Fig. II-27(a)

tionner sur 130 MHz, mais à décaler le récepteur jusqu'à 16 MHz puisque le battement sera alors de 146 — 130 = 16 MHz ; l'avantage de cette seconde solution tient au fait que la fréquence de l'oscillateur local ne change pas ; elle peut donc être issue d'un oscillateur à quartz, beaucoup plus stable que n'importe quel oscillateur à fréquence variable ; l'inconvénient du montage à quartz tient à son tour au fait que l'on ne peut pas trouver (ou très difficilement) de quartz délivrant les VHF ; il faut donc, pour remédier à cet état de fait, utiliser des quartz décamétri-

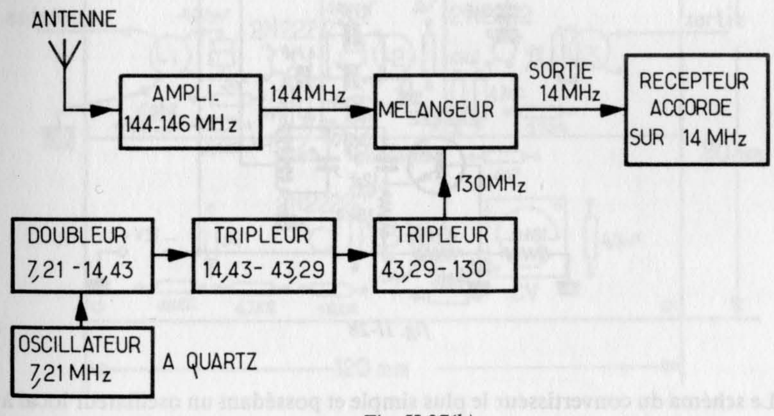


Fig. II-27(b)

ques et monter des doubleurs et tripleurs de fréquence, afin d'obtenir en fin de compte le signal à 130 MHz, ce qui implique une chaîne de deux à trois étages de circuits accordés, et ce uniquement pour l'oscillateur local, mais la stabilité est excellente et les convertisseurs les plus sérieux sont conçus sur ce principe (*fig. 27b*). Un autre avantage de ce procédé à quartz est de pouvoir en (jouant sur les harmoniques 2 et 3) trouver des quartz dans le commerce qui sont utilisés dans les bandes amateurs (exemple : pour la bande 7 MHz, prenons 7,2 MHz comme

valeur de base), quartz facile à trouver ; un doubleur nous donne 14,4 MHz ; puis un tripleur fournit du 43,2 MHz et enfin un nouveau tripleur ressort du 129,6 MHz avec la grande stabilité du quartz.

Si nous avions pris un quartz de 7,100 MHz, le doubleur donnerait : 14,2 MHz, puis le premier tripleur : 42,6 MHz et enfin une sortie sur 127,8 MHz ; pour recevoir la bande 144-146 MHz, il faudra que le récepteur soit accordé sur 144-127,8 = 16,2 MHz et jusqu'à 18,2 MHz. Cela ne doit pas poser de problème, car il est tout à fait possible d'utiliser un récepteur de commerce, possédant la gamme OC couvrant de 6 à 18 MHz, comme c'est généralement le cas.

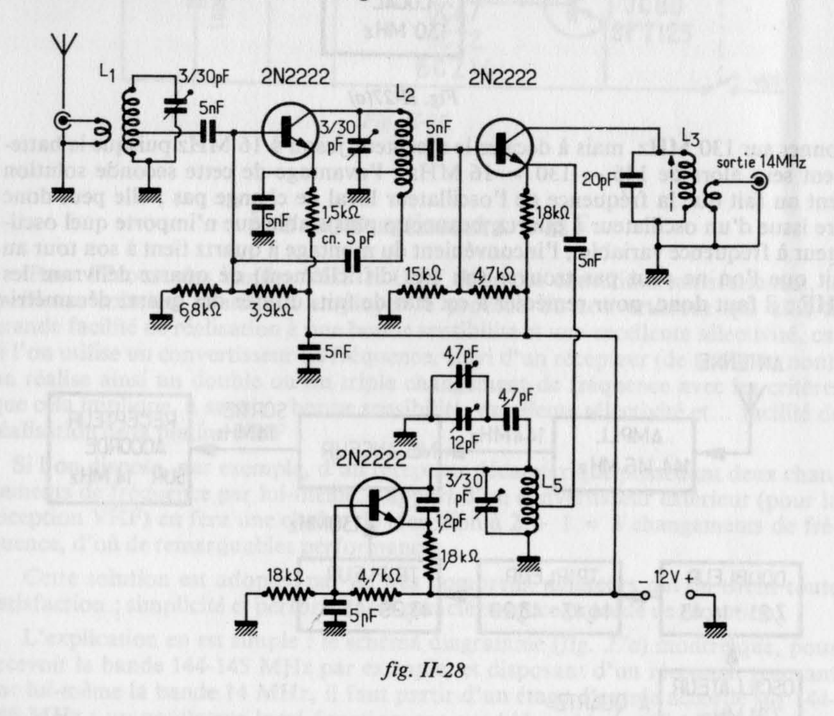


fig. II-28

Le schéma du convertisseur le plus simple et possédant un oscillateur local à fréquence variable (*fig. 28*) montre que trois transistors sont utilisés ; ils sont de type 2N2222 ou similaire ; l'étage d'entrée, accordé par un CO à fort « Q », reçoit sur sa base une tension sous faible impédance (prise au tiers sur la self) qui est ensuite amplifiée et après un nouveau CO accordé sur 145 MHz, monté en type « V.F.O. » et la variation de fréquence est obtenue en jouant sur la valeur d'un petit CV de 10 à 12 pF, ce qui permet, compte tenu de la capacité résiduelle du CV, de balayer environ 2,5 à 3 MHz, d'où balayage complet de la gamme amateur 144 à 146 MHz.

L'injection du signal de l'oscillateur local se fait au moyen d'une capacité fixe de 5 nF au niveau de l'émetteur de l'étage mélangeur.

La tension de battement sur 16 MHz en fréquence moyenne est prélevée au secondaire d'un circuit accordé, dont le primaire est inséré dans le collecteur du transistor de mélange.

Les caractéristiques des selfs sont les suivantes :

L_1 : 4 spires fil 10/10 mm sur mandrin de diamètre 8 mm ; couplage d'antenne : 1 spire côté « froid ».

L_2 : 6 spires ; prise de masse à 4 spires du collecteur ; prise de base de mélangeur à 3/4 de spire de la masse, fil de 10/10 mm sur mandrin de diamètre 8 mm.

L_3 : 25 spires jointives fil 4/10 de mm sur mandrin de diamètre 8 mm, couplage : 5 spires bobinées en sens inverse, côté masse.

L_4 : 4 1/2 spires fil de 12/10 mm sur mandrin diamètre 6 mm prise au 1/4 de spire maximum de la masse.

Une capacité de 5 pF de neutrodynage a été montée entre la base de l'étage amplificateur 144 MHz et l'extrémité de la bobine CO de collecteur, dont la prise de masse n'a pas été piquée à l'extrémité comme c'est généralement le cas, mais 2 spires avant, afin d'obtenir une certaine tension induite de réaction (en inversion de phase) ; ce neutrodynage est nécessaire pour éviter l'affaiblissement inévitable dû aux capacités parasites et internes des transistors.

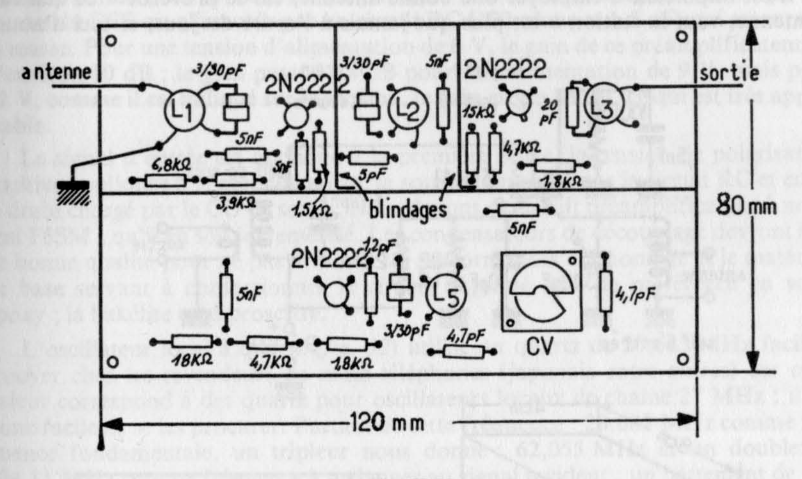


Fig. II-29

La disposition des composants sur la carte imprimée (qui n'est autre, rappelons-le, qu'une carte standard avec des « straps » destinés à remplacer les différentes pistes) suivant la *figure 29* montre l'aération de l'ensemble pour lequel la miniaturisation n'a pas été, et ceci volontairement, poussée pour en faciliter la réalisation.

Des blindages en cuivre séparent les trois étages et évitent les interférences et accrochages ; ces blindages sont indispensables.

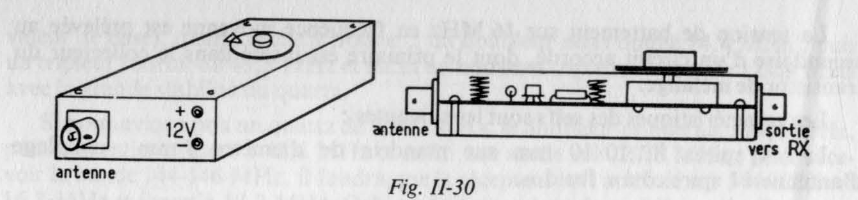


Fig. II-30

Le montage de cette carte et la disposition externe du convertisseur ainsi que son aspect extérieur (*fig. 30*) ne posent aucun problème. Présenté sous forme d'un petit coffret métallique, de dimensions réduites, sur lequel ne ressort que la commande du CV de l'oscillateur local, destiné à balayer les 2 MHz de la gamme 144-146 MHz une prise coaxiale à faible perte destinée au raccordement de l'antenne, une seconde prise de même modèle destinée au raccordement au récepteur décamétrique, et deux bornes correspondant au + et — 12 V de l'alimentation qui est avantageusement obtenue au moyen de piles ordinaires, la consommation du convertisseur étant très faible ; le faible bruit de fond procuré par l'alimentation offerte par des piles est un atout supplémentaire quant aux performances de cette chaîne VHF.

Il est important d'employer une bonne antenne, car le proverbe « ce que vaut l'antenne, vaut la station » est plus que jamais à l'ordre du jour, et ceci d'autant

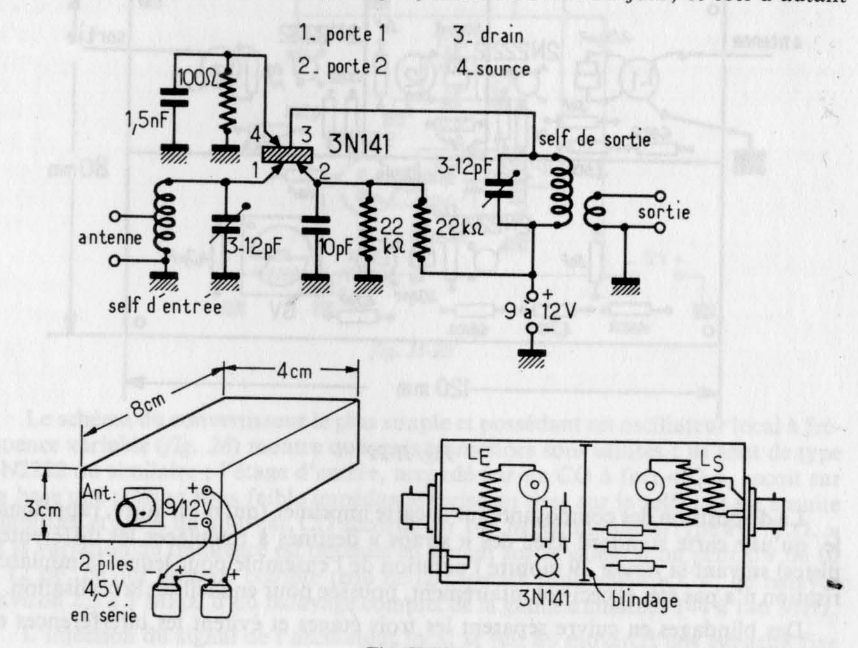


Fig. II-31

plus que le niveau des parasites industriels et domestiques ne fait que croître chaque jour et il faut en contre-partie augmenter le rapport signal/bruit de fond en apportant un bon aérien à la station, c'est-à-dire une antenne bien dégagée et *bien accordée.* Si l'on désire améliorer les performances, deux possibilités :

a) Tout d'abord ajouter un préamplificateur 144-146 MHz qui sera intercalé entre l'antenne et l'entrée du convertisseur.

b) Remplacer l'oscillateur à fréquence variable par un oscillateur à quartz.

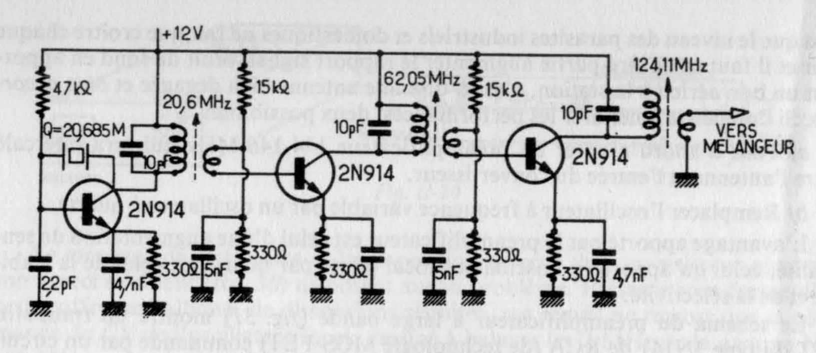
L'avantage apporté par le préamplificateur est celui d'une augmentation de sensibilité, celui qu'apportera l'oscillateur local piloté par quartz est celui de la stabilité et de la sélectivité.

Le schéma du préamplificateur à large bande (*fig. 31*) montre un transistor FET du type 3N141 de RCA (de technologie MOS-FET) commandé par un circuit accordé d'entrée comportant 5 spires de fil 12/10 mm sur diamètre de 8 mm avec une prise à une spire de la masse pour l'arrivée de l'antenne, et accordée par un petit condensateur ajustable de 3 à 12 pF (miniature) ; le circuit de sortie est constitué par une bobine de 5 spires, même fil et même diamètre avec un enroulement de couplage de 2 spires, côté masse destiné à la sortie vers le convertisseur ; là encore un condensateur ajustable de 3/12 pF miniature permet d'accorder au mieux en milieu de gamme (sur 145 MHz) le circuit LC. La polarisation du transistor est obtenue par un pont diviseur réalisé par deux résistances découplées par 10 pF ; la source du FET est alimentée par un circuit RC (100 ohms et 1,5 nF) qui retourne à la masse. Pour une tension d'alimentation de 6 V, le gain de ce préamplificateur est d'environ 10 dB ; le gain passe à 14 dB pour une alimentation de 9 V, mais pour 12 V, comme il est indiqué sur le schéma, le gain est de 16 dB, ce qui est très appréciable.

Le signal d'entrée est appliqué à la première porte, la tension de polarisation positive appliquée à la seconde porte, la source alimentée par le circuit RC et enfin le drain chargé par le CO de sortie. Nous devons ce circuit préamplificateur à notre ami F5SM ; qu'il en soit ici remercié. Les condensateurs de découplage devront être de bonne qualité pour ne pas affaiblir les performances du montage et le matériau de base servant à confectionner le circuit imprimé sera de préférence en verre époxy ; la bakélite est à proscrire.

L'oscillateur local à quartz (*fig. 32*) utilise un quartz de 20,685 MHz facile à trouver chez les revendeurs de radio-téléphones (japonais entre autres) car cette valeur correspond à des quartz pour oscillateurs locaux de chaîne 27 MHz ; il est donc facile de se les procurer. Partant de cette fréquence : 20,685 MHz comme fréquence fondamentale, un tripleur nous donne : 62,055 MHz et un doubleur : 124,11 MHz comme fréquence à mélanger au signal incident ; un battement de 144 — 124 = 20 à 22 MHz pour balayer toute la gamme 144-146 MHz est disponible. Ainsi donc, au moyen de ce quartz disponible (et peu onéreux !) ce sera sur 20 à 22 MHz que le récepteur décamétrique recevra la bande VHF au grand complet.

Les trois transistors sont au silicium de type NPN 2N914 et la réalisation sous forme d'une petite carte de dimension 6 × 15 cm environ, avec deux blindages séparant les trois étages, ne pose que le problème du soin à apporter au montage et de la qualité du support de la carte (verre époxy si possible). Le réglage des trois C.O. se fait tout d'abord au grid-dip pour accorder sommairement les enroule-



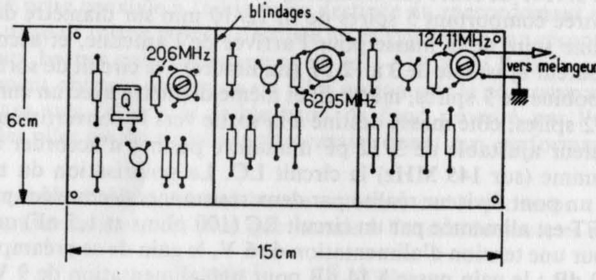


Fig. II-32

ments avec le noyau plongeur, la capacité d'accord étant fixe ; ensuite, la carte étant sous tension, on accouplera un mesureur de champ accordé sur 124 MHz en sortie et on retouchera légèrement la position des trois noyaux jusqu'à obtention du signal maxi sur la fréquence de sortie de 124 MHz, puis on reviendra légèrement en arrière mais seulement sur le bobinage du premier étage (20,6 MHz) sans retoucher les deux autres enroulements ; ceci n'a d'autre but que d'éviter un éventuel décrochage du pilote, au cas où le réglage étant trop pointu, il y aurait risque de décrochage à chaque remise sous tension.

Il vaut donc mieux réduire le niveau de HF disponible, en ne se plaçant pas exactement au point maximum, mais légèrement avant, pour conserver une petite marge de sécurité ; combien d'oscillateur décrochent pour avoir été réglés au plus juste !

De toutes façons, point n'est besoin de disposer d'une tension HF importante ; il suffit d'avoir en sortie un signal bien stable en fréquence et d'amplitude constante ; il y aura intérêt, en outre, à blinder efficacement le bloc oscillateur du reste du convertisseur et c'est la raison pour laquelle nous le réalisons à part, sur une carte séparée pouvant être montée dans un petit coffret, à l'intérieur du convertisseur proprement dit. Les trois enroulements seront réalisés sur des mandrins à noyau plongeur de diamètre 8 mm avec du fil de 8/10.

Pour le premier étage : une vingtaine de spires avec un enroulement de 5 spires pour le couplage.

Pour l'étage n° 2 sur 62,05 MHz, une dizaine de spires et un couplage de 3 spires, et enfin pour le final sur 124 MHz, 4 spires et 1 spire de couplage.

Il y aura intérêt à bloquer au vernis HF d'une part le fil des bobinages sur les mandrins et, d'autre part, le noyau plongeur à la position occupée après réglages.

Aucun autre réglage n'est à retoucher par la suite.

Là encore des capacités de découplage de bonne qualité, des résistances à couche si possible et un peu de soin pour la réalisation et... beaucoup de bons et beaux QSOs voire de DXs, pour peu que l'antenne soit aussi performante que le convertisseur qui lui sera associé !

Ce genre de convertisseurs, qu'ils soient à quartz ou à VFO, peuvent être miniaturisés à l'extrême, et logés très facilement dans un coffret de station portable ou mobile, et sur un véhicule la réception en VHF sera considérablement améliorée, par rapport à ce qu'elle serait avec un transceiver normal.

Rappelons, pour conclure, que c'est ce procédé de réception qui est très largement utilisé dans les stations d'amateurs qui désirent obtenir des résultats valables, sans pour autant faire appel à des équipements professionnels de haut standing, mais de prix de revient très élevé.

Un convertisseur 144 MHz — sortie sur 14 MHz de construction simple

Etude du schéma (fig. 33)

— T_1 : étage amplificateur 145 MHz, montage du type « émetteur commun » (donc gain maximum), neutrodyné (capacité 4,7 pF). Facteur de bruit 5 dB et bande passante 3 à 4 MHz maximum à — 3 db.

— T_2 : mélangeur de fréquence, reçoit du 145 MHz dans la base et du 130 MHz dans l'émetteur, d'où du 15 MHz dans le collecteur.

— T_3 : oscillateur 130 MHz. Couplage entre émetteur et collecteur (capacité de 1,2 pF) et base à la masse : stabilité remarquable. Après 10 coupures, l'oscillateur démarre encore sur la même fréquence.

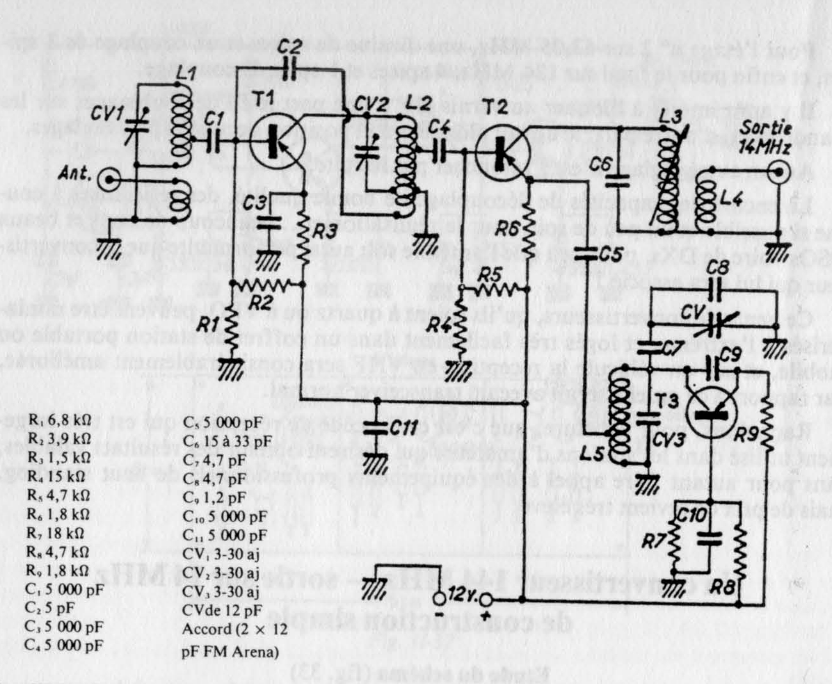
Le CV de 10 pF balaie environ 2,5 MHz, monté comme indiqué sur le schéma.

A noter que les transistors sont montés côté opposé au câblage afin d'éviter les réactions.

Résultats

Ce récepteur fonctionne à ma station mobile en double changement de fréquence avec 2ᵉ MF sur 1,6 MHz (transfos F2TK) et me donne entière satisfaction. A la station fixe (80 W sur 829B), il suffit amplement, puisqu'il m'est souvent arrivé d'appeler sans avoir de réponse des stations DX émergeant au-dessus du bruit de fond.

Il est évident qu'une bande passante plus étroite réduirait le souffle et améliorerait la réception.



T_1 = 2N1864. T_2 = 2N1743. T_3 = 2N1744
ou $T_1 = T_2 = T_3$ = AF102 ou AF202.
Les bobinages L_1 et L_3 sont réalisés en fil 10/10 sur mandrins Lipa de 6 mm de diamètre. Longueur totale : 8 à 10 mm maximum.
L_1 = 4 spires. Prise base à 1 spire de la masse.
1 spire pour couplage antenne.
L_2 = 6 spires. Prises masse à 4 spires du collecteur.
Prise base T_2 à 3/4 de spire de la masse.
L_3 = 25 spires jointives 25/10 sur mandrin Lipa de 8 mm de diamètre.
L_4 = 5 spires bobinées en sens inverse sur le même mandrin que L_3 côté masse.
L_5 = 4 spires 1/2 de 6 mm de diamètre. Longueur total 1 cm en fil 10/10. Prise émetteur T_2 à 1/4 de spire maximum de la masse.
C = 4,7 nF.

Fig. II-33

Convertisseur 144 MHz à transistors à effet de champ, à faible bruit

Le convertisseur 144 MHz que nous proposons ici concrétise les plus récents perfectionnements techniques. C'est pourquoi nous sommes persuadés que sa description détaillée intéressera au plus haut point les adeptes nombreux des écoutes lointaines sur la bande des deux mètres. Il est bon et juste de dire qu'il est le fait d'un amateur, très actif depuis de nombreuses années sur VHF et bien connu dans toute la France pour les performances spectaculaires qu'il a réalisées (F9NT).

Aussi, nous tenons à la remercier au nom de nos lecteurs de leur avoir réservé la présentation d'un matériel que l'on peut qualifier de remarquable à tous points de vue.

Schéma de principe

Ainsi que le montre la *figure 34* nous sommes en présence d'un convertisseur piloté par quartz et comportant une partie amplificatrice haute-fréquence constituée par deux transistors à effet de champ dans un montage en cascade parallèle neutrodyné, devant un étage mélangeur également à effet de champ. Un examen plus poussé des circuits va nous permettre d'apprécier le choix qui a été fait de certaines solutions classiques associées à des innovations heureuses. On remarquera

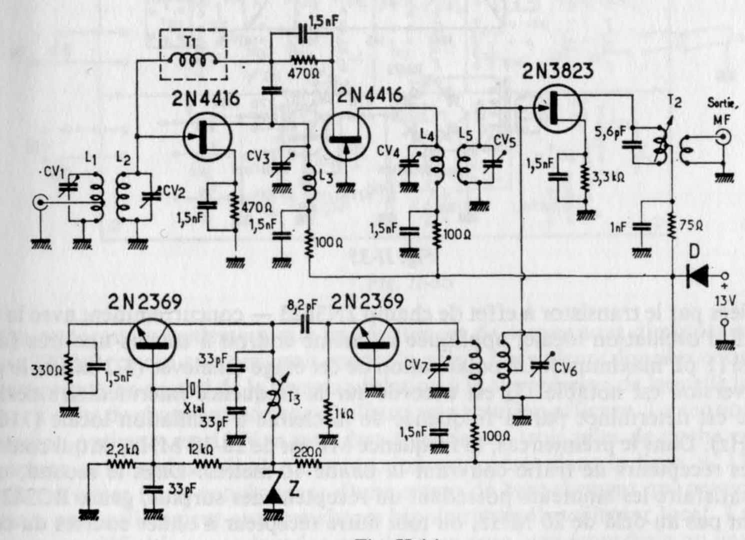


Fig. II-34

au passage que le promoteur s'est éloigné — volontairement — de la formule économique pour se tourner vers la qualité la meilleure par l'utilisation de matériel professionnel. Le gain est de 27 dB pour un facteur de bruit mesuré de 2,6 dB et la bande passante, vérifiée (*fig. 35*) est de 2 MHz à 3 dB, c'est-à-dire sur l'ensemble de la bande de 144-146 MHz. Ces chiffres précis montrent que l'appareil est vraiment d'une qualité et d'un rendement exceptionnels.

Ainsi que nous l'avons dit et conformément au schéma de principe, l'amplification HF s'effectue par un étage cascade à deux transistors en montage parallèle, neutrodyné. Si cette solution n'est pas la meilleure du point de vue gain, elle est incomparable vue sous l'angle du bruit de fond et c'est la raison pour laquelle elle a été finalement retenue. Mais nous remarquons dès l'entrée un filtre de bande dont le primaire CV_1-L_1 reçoit une prise intermédiaire, les signaux venant de l'antenne par un câble coaxial 75 ohms. Le secondaire V_2-L_3 est disposé entre gate et masse.

Les tensions HF amplifiées sont mises en évidence dans le circuit accordé (CV_3-L_3) le drain est appliqué à la source du deuxième étage, monté en gate à la masse, à la base de la cellule d'autopolarisation dont le circuit se referme à la masse à travers la bobine de neutrodynage (T_1) et L_2. L'analogie avec le montage cascode à lampes est frappante. Un nouveau filtre de bande dont le primaire L_4-CV_4 est inséré dans le drain et le secondaire CV_2-L_3 est disposé entre gate et masse. Les tensions HF sont

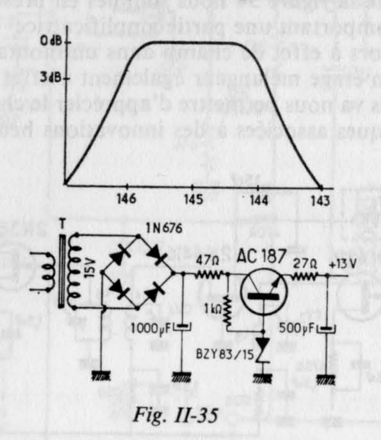


Fig. II-35

amplifiées par le transistor à effet de champ 2N3823 — concurremment avec la tension HF d'oscillation locale, appliquée au même endroit à travers une très faible capacité (1 pF maximum). La polarisation de cet étage est élevée (3,3 kΩ) et le gain de conversion est notable. T_2 est accordé sur la fréquence intermédiaire désirée, laquelle est déterminée par la fréquence de la chaîne d'oscillation locale (116 ou 130 MHz). Dans le premier cas, la fréquence MF est de 28-30 MHz, ce qui convient pour les récepteurs de trafic couvrant la bande 10 mètres. Dans le second, on a voulu satisfaire les amateurs possédant un récepteur des surplus, genre BC342, ne montant pas au-delà de 20 MHz, ou tout autre récepteur à ondes courtes du commerce.

Plus la fréquence intermédiaire est élevée, meilleure est la réjection des fréquences-images provenant de signaux de fréquence inférieure à celle de la chaîne d'oscillation locale, mais la présence de filtres de bande judicieusement conçus, associés à des transistors à effet de champ dont l'impédance d'entrée est respectable même sur 144 MHz, présente une garantie totale sous ce rapport.

L'oscillateur est classique et comporte un 2N2369 associé à un quartz de 38,66 MHz, overtone 3 ou 43,333 MHz. La bobine T_3 est préaccordée sur la fréquence de l'overtone 3 du quartz par deux capacités en série, constituant un pont capacitif au point milieu duquel est prélevée la réaction indispensable au démarrage des oscillations du cristal. Le réglage fin de l'accord s'effectue par le noyau magnétique de T_3.

Cet oscillateur est d'une mise en route et d'une stabilité très sûres. La valeur de la capacité de découplage de la base 33 pF, est critique et conditionne l'une et

l'autre. Le deuxième étage est un tripleur, monté en base commune réunie directement à la masse. La tension HF de l'oscillateur est donc appliquée directement à l'émetteur d'un autre 2N2369 dans le collecteur duquel se trouve un circuit accordé, CV_7-L_6, résonnant sur 116 MHz ou 130 MHz formant avec un circuit identique, CV_6-L_7, un filtre de bande sur lequel est prélevée la tension HF, appliquée à l'étage mélangeur. On notera que la tension d'alimentation de l'oscillateur est stabilisée par diode zener. Il est bon d'ajouter que toutes les capacités ajustables (CV_1 à CV_7) sont des petits condensateurs variables à lames argentées, de type professionnel.

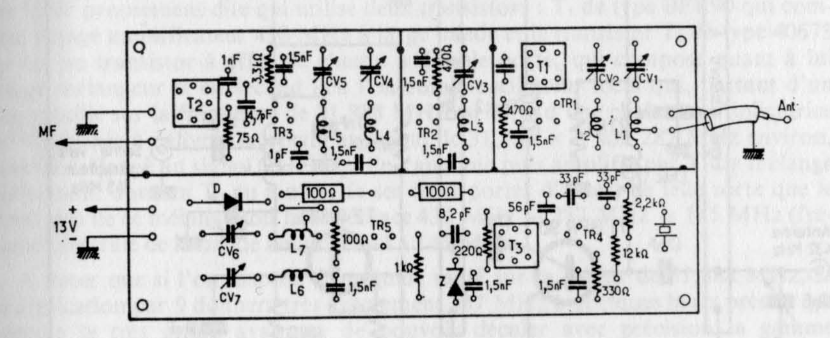


Fig. II-36

On remarquera également que les résistances de source sont diminués à 330 et même 270 kΩ (ce qui augmenterait encore le gain). Les valeurs données constituent un compromis en regard de la transmodulation à la suppression de laquelle les transistors à effet de champ apportent d'ailleurs une solution efficace. La tension d'alimentation optimale est 13 V et peut être fournie par trois piles de poche en série. On notera enfin qu'une diode de protection est insérée dans la ligne + 13 V, de manière à éviter toute conséquence d'une erreur de branchement qui pourrait être funeste, particulièrement aux transistors bipolaires de l'oscillateur local. La diode n'étant, par définition, conductrice que dans un sens, une étourderie ou une maladresse même prolongée n'entraîne aucune conséquence autre que le non fonctionnement tant que le branchement correct n'a pas été rétabli.

La *figure 36* suggère un plan d'implantation des éléments de l'ensemble qui est naturellement réalisé sur circuit imprimé.

On peut évidemment alimenter le convertisseur par une alimentation — stabilisée ou non — existante.

Convertisseur pour la bande 432 MHz

Ce convertisseur destiné à l'écoute de la bande UHF 432 MHz est doté de performances remarquables ; très simple à réaliser avec des composants faciles à trouver, et néanmoins de technologie très avancée, ce montage permet de recevoir dans d'excellentes conditions, toute la bande UHF 430 à 440 MHz (en modulation

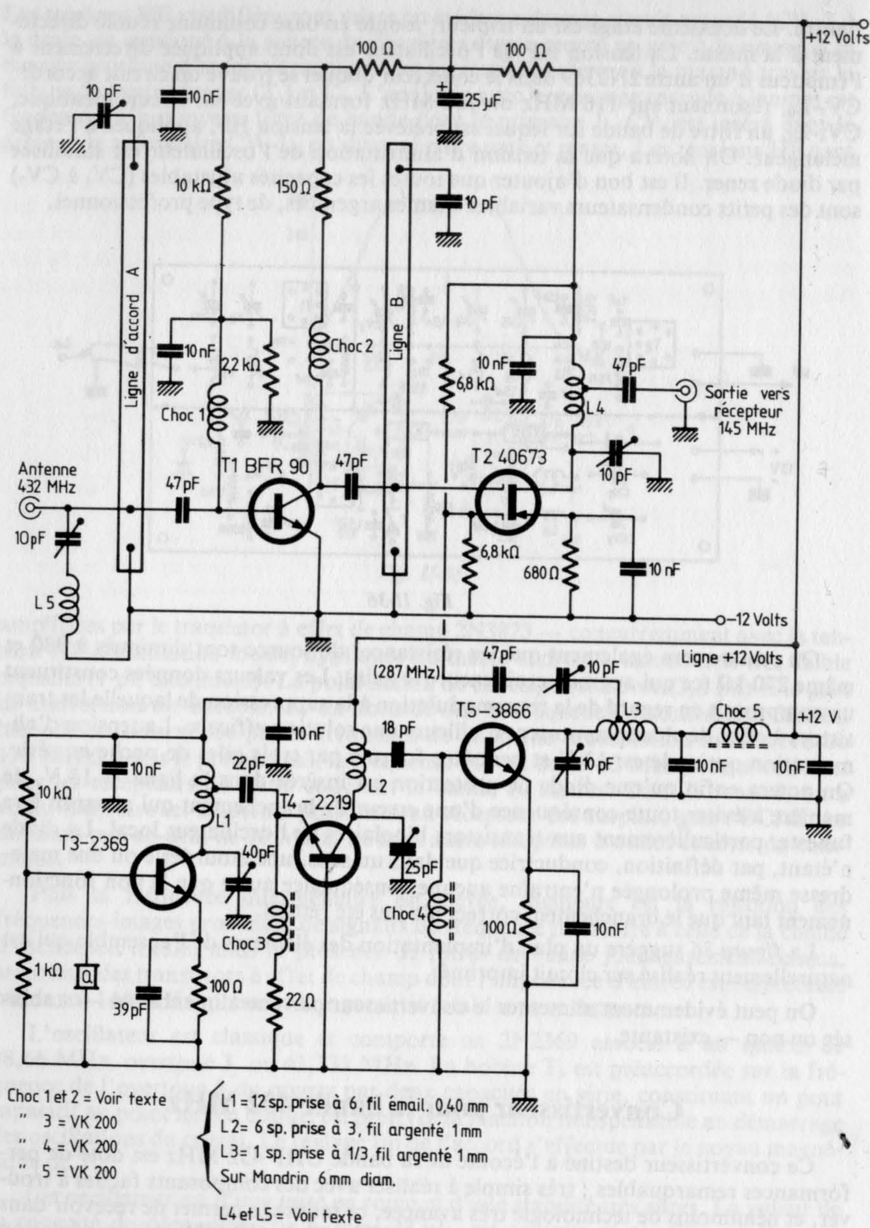


Fig. II-37. — Convertisseur 432 MHz, 145 MHz à grande sensibilité.

d'amplitude ou en modulation de fréquence à partir d'un récepteur VHF permettant l'écoute de la bande amateur 144-146 MHz). Très sensible à la réception, il est caractérisé en outre par une très bonne résistance à la transmodulation, ce qui est très important dans le cas d'un convertisseur VHF et à plus forte raison UHF. De plus, la réalisation pratique de ce montage ne nécessite pas une pratique très poussée des UHF ; il suffit d'y apporter du soin et de ne pas vouloir trop « tasser » les composants sur la carte imprimée ; il est préférable de les « aérer » quelque peu.

Le schéma de ce convertisseur (*fig. 37*) montre deux parties bien distinctes : la tête UHF proprement dite qui utilise deux transistors : T_1 de type BFR90 qui compose l'étage amplificateur 430 MHz à large bande et le transistor T_2 de type 40673 qui est un transistor à effet de champ à double porte, qui compose quant à lui l'étage mélangeur et en second lieu l'ensemble oscillateur local qui, partant d'un quartz taillé sur la fréquence de 31,888 MHz est suivi d'une chaîne multiplicatrice par 9 destinée à délivrer en sortie un signal de 31,888 × 9 soit 287 MHz environ, qui sera mélangé au signal VHF reçu de l'antenne puis amplifié par T_1 (le mélange s'effectuant donc en T_2 au moyen de ses deux portes d'accès) de telle sorte que le signal issu de ce mélange soit la différence 432 MHz — 287 MHz = 145 MHz (fréquence centrale de la bande amateur 144 à 146 MHz.

A noter que si l'on dispose d'un quart taillé sur la valeur de 31,888 MHz, la multiplication par 9 donnera très exactement 287 MHz à quelques hertz près ce qui présente le très grand avantage de pouvoir décaler avec précision la gamme 430 MHz en gamme 144 MHz ; expliquons-nous : si le récepteur utilisé en 144-146 MHz est étalonné avec précision et à plus forte raison s'il est muni d'un affichage digital donnant par là même une fréquence très précise, il sera facile de lire directement la fréquence reçue en UHF (en 430 MHz) avec la même précision : exemple : on reçoit 432 000... on lit 145 000.

Autre exemple : on reçoit 432 255... on lit 145 255 ; on reçoit 432 675... on lit 145 675... etc.

On voit immédiatement que la fréquence exacte en UHF sera lue directement à partir de la fréquence exacte VHF affichée sur le récepteur 145-146 MHz utilisé.

Par contre, si l'on ne dispose pas de quartz taillé exactement sur cette valeur de 31,888 MHz mais sur une valeur quelque peu différente, par exemple sur 31,880 MHz (valeur facile à trouver car elle est utilisée sur des matériels radiotéléphones du commerce) le signal obtenu par multiplication par 9 sera décalé : 31,880 × 9 soit 286,3 MHz et dans ce cas, si l'on reçoit la fréquence 432 000 on lira sur le récepteur 432 000 — 286 320 = 145 680 MHz au lieu de 145 000 et si l'on reçoit 432 255, on lira 145 935 MHz au lieu de 145 255, ce qui est beaucoup moins agréable, puisqu'il y aura toujours un décalage.

Il est donc, et de loin, préférable de trouver un quartz taillé sur la fréquence de 31,888 et le coût de taille d'un tel quartz n'est guère élevé (disons une centaine de francs).

Revenons à notre montage : la tête UHF utilise deux lignes d'accord A et B qui ne sont en fait que des bobines accordées sur 432 MHz et constituées seulement d'une portion de spire ; ces lignes d'accord mesurent toutes deux : 52 mm de long sur 3 mm de large et environ 0,2 mm d'épaisseur.

Les caractéristiques des bobines L_1, L_2 et L_3 sont données sur la figure tandis que la bobine L_4 sera constituée de 5 spires de fil argenté 10/10 bobiné sur un diamètre de 6 mm, avec une prise à une spire côté alimentation (c'est-à-dire côté « froid ») et la bobine L_5 aura quant à elle 5 spires de ce même fil argent de 10/10 bobiné sur un diamètre de 6 mm (tout comme L_1, L_2, L_3 et L_4). Cette self L_5 sert de circuit bouchon à l'entrée du convertisseur de telle sorte que les signaux de la bande 144-146 MHz n'entrent pas dans la tête UHF évitant ainsi les risques de transmodulation.

Les selfs de choc 1 et 2 sont constituées de 10 spires de fil émaillé de diamètre 4/10 mm bobinées sur un diamètre de 3 mm environ.

Par contre les selfs de choc 3,4 et 5 sont de type VK 200 c'est-à-dire des selfs de choc du commerce à ferrite utilisées en VHF.

Les connexions seront aussi courtes que possible ; les résistances seront du type à couche 1/4 watt ; les condensateurs fixes seront de préférences des modèles miniatures céramiques, et les capacités ajustables de type plastique de RTC. La liaison enfin entre la sortie du bloc oscillateur local délivrant du 287 MHz et l'entrée sur le mélangeur sera réalisée au moyen d'un petit câble coaxial à faibles pertes, ce qui permet de vérifier plus facilement le bon fonctionnement de l'oscillateur local et la qualité du signal à 287 MHz, issue de cette chaine multiplicatrice par 9, avant son injection dans l'étage mélangeur sur le transistor T_3.

Convertisseur pour la réception de la bande des 80 m

Il s'agit d'un adaptateur pour la réception de la bande amateur des 80 mètres sur postes voitures ou d'appartement. Le schéma représenté en *figure 38* correspond à un module réalisé sur circuit imprimé. C'est une réalisation allemande qui a été prévue pour fonctionner avec un poste auto-radio sur lequel il est monté. Il permet aux intéressés ne possédant pas de récepteur spécial de suivre, à bord de leur véhicule, des émissions sur la bande de 80 mètres, transmettant par exemple des manifestations mobiles, sportives ou autres.

Caractéristiques de l'adaptateur

La *figure 38* représente le schéma électrique complet du module du convertisseur pour la bande des 80 mètres. Ce module est produit en série par une firme allemande (Karlheinz Lausen, Hildesheim). Il transpose des signaux à 3,5... 3,8 MHz dans la bande des petits ondes. L'accord (dans la gamme de 1,3... 1 MHz), l'amplification et la reproduction sont obtenues par le récepteur de radio. Le récepteur de voiture ou d'appartement doit être relié à la sortie du convertisseur.

L'amplificateur globale est de 28 dB, l'atténuation de la fréquence image 62 dB et l'atténuation de l'interférence des émissions non désirées sur moyenne fréquence est de 68 dB environ.

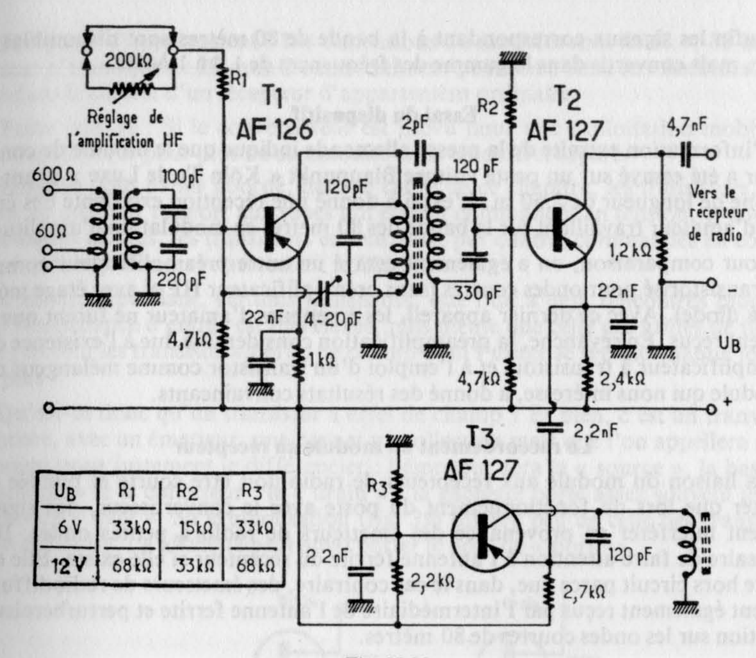


Fig. II-38

Le fonctionnement du circuit

Le convertisseur est équipé de trois transistors qui s'acquittent des fonctions de préamplificateur, d'oscillateur, de mélangeur (*fig. 38*). L'entrée est dimensionnée aussi bien pour les antennes de grande longueur (600 ohms) que pour les antennes de voiture ou d'ondes courtes (60 ohms).

En ce qui concerne le rôle des éléments, dans l'étage préamplificateur HF, le transistor AF126 travaille dans un montage à émetteur commun neutrodyné. Selon le besoin, on peut mettre en série avec la résistance R_1 une autre résistance de 200 kΩ comme régulateur d'amplification, et de cette façon, modifier la tension de base du transistor.

Un filtre de bande est placé entre le transistor d'entrée T_1 et le transistor mélangeur T_2 avec une bande passante de 3,4 à 3,9 MHz. Il assure une sécurité par rapport à la fréquence image.

Le transistor mélangeur T_2 (AF127) travaille en montage émetteur commun ; le signal délivré par l'oscillateur séparé — équipé du transistor TR_3 (AF127) — est injecté directement sur l'émetteur de T_2.

Le circuit de sortie du collecteur de l'étage mélangeur est apériodique (1,2 kΩ) ; de ce fait, il est avec une bonne approximation adapté à la résistance d'entrée généralement élevée des récepteurs d'appartement et des postes voiture

Enfin les signaux correspondant à la bande de 80 mètres sont disponibles à la sortie, mais convertis dans la gamme des fréquences de 1,3 à 1 MHz.

Essai du dispositif

L'information extraite de la presse allemande indique que le module de convertisseur a été essayé sur un poste voiture Blaupunkt « Köln Tr de Luxe » ayant une antenne de longueur de 2,50 m. L'essai a donné une réception excellente des émetteurs d'amateur travaillant sur la bande des 80 mètres en modulation d'amplitude.

Pour comparaison, on a également essayé un autre préamplificateur commercial transistorisé pour ondes courtes (sans préamplificateur HF et avec étage mélangeur à diode). Avec ce dernier appareil, les émetteurs d'amateur ne furent que faiblement reçus. En revanche, la préamplification considérable due à l'existence d'un préamplificateur à transistors et à l'emploi d'un transistor comme mélangeur dans le module qui nous intéresse, a donné des résultats convaincants.

Le raccordement du module au récepteur

La liaison du module aux récepteurs de radio doit être courte et blindée afin d'éviter que lors du fonctionnement du poste avec le convertisseur, des signaux puissent interférer en provenance des émetteurs de radio à petites ondes. Il est nécessaire de faire attention à l'antenne ferrite du récepteur si elle existe. Elle est à mettre hors circuit parce que, dans le cas contraire, des émetteurs de radiodiffusion seraient également reçus par l'intermédiaire de l'antenne ferrite et perturberaient la réception sur les ondes courtes de 80 mètres.

Comment utiliser la même antenne du véhicule tantôt pour le poste voiture, tantôt pour le convertisseur ? Pour éviter l'emploi de deux prises distinctes, il est recommandé d'effectuer la commutation avec un relais approprié à capacité faible pour couper la ligne allant du convertisseur à l'auto-radio, en cas de réception radio normale.

Pour une utilisation sur un récepteur d'appartement, le convertisseur peut presque toujours être incorporé dans le coffret du récepteur. La commutation d'antenne peut également être effectuée par l'intermédiaire d'un relais.

L'alimentation

La consommation du convertisseur est de 3 mA. L'alimentation peut être assurée soit à l'aide d'une batterie incorporée ou à partir de la batterie du véhicule. La tension est à prélever, après le filtrage, sur l'auto-radio. Selon les résistances choisies pour les bases des transistors, l'alimentation peut être fournie par une pile de 6 V ou de 12 V. Le circuit est dimensionné de façon à garantir que les fluctuations de la tension d'alimentation, de l'ordre de 1 V, soient sans influence sur le bon fonctionnement. En conséquence, on peut omettre la stabilisation de l'alimentation avec diode zener.

Le montage du module

Le module est réalisé en circuit imprimé précâblé. Il n'y a aucun câblage ni réglage à faire.

Récepteur d'appartement : Les dimensions du modules sont de 42 × 85 mm, la hauteur n'étant que de 20 mm. Le convertisseur peut donc ainsi être facilement disposé dans le coffret d'un récepteur d'appartement ordinaire.

Poste voiture : Si le convertisseur est prévu pour une exploitation mobile, on peut l'incorporer pour plus de commodité dans un coffret séparé.

Lorsque nous avons abordé, dans le cadre de ce chapitre, les transistors, nous avons vu que, par rapport aux tubes qui étaient commandés en tension, et sous des impédances élevées, les transistors étaient, eux, par contre, commandés en courant et sous des impédances relativement faibles.

Il existe, cependant, certains transistors, que l'on a déjà rencontrés plus haut dont l'impédance d'entrée est très élevée, plus même que celle des grilles de tubes à vide ; ce sont les transistors à effet de champ dont l'usage se répand chaque jour un peu plus !

Qu'est-ce donc qu'un transistor à effet de champ ? Et bien, c'est un transistor, là encore, avec un émetteur, une base et un collecteur mais que l'on appellera différemment pour justement le différencier : l'émetteur sera la « source », la base : la « gâchette » et le collecteur : le « drain » ; la gâchette porte assez souvent le nom anglais de « gate ». Sa symbolisation (*fig. 39*) diffère peu de celle des transistors conventionnels. La gâchette peut aussi porter le nom de « porte ».

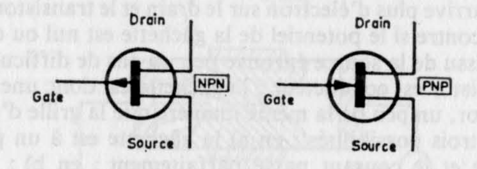


Fig. II-39

Il est à remarquer que, dans cette représentation symbolique, ce n'est plus l'émetteur (ou la source) qui a une petite flèche, mais la gâchette. Il existe un second type de transistors à effet de champ, avec deux portes (*fig. 40*). Ce type de transistors sera l'analogue du transistor pentode (à deux bases ou deux émetteurs).

Les transistors à effet de champ pourront être de technologie PNP ou de technologie NPN, tout comme les transistors classiques.

Comment fonctionne un transistor à effet de champ ?

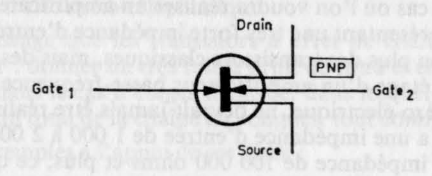


Fig. II-40

Si l'on polarise le transistor, c'est-à-dire si l'on applique une certaine tension entre la source et le drain (la source étant négative par rapport au drain dans les transistors de technologie P ou positive pour la technologie N), on crée un champ électrique au sein du barreau de silicium, ce champ étant régulier entre les deux électrodes de source et de drain (*fig. 41*).

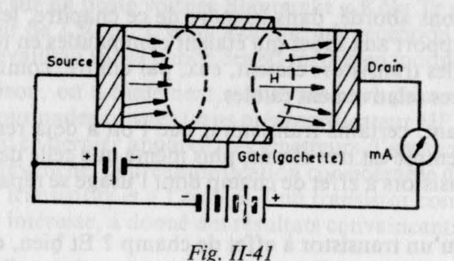


Fig. II-41

Si l'on polarise la gâchette négativement par rapport à la source, le champ électrique issu de la source et se dirigeant vers le drain a d'autant plus de mal à traverser la zone ceinturée par la gâchette que le potentiel de cette dernière est plus élevé ; si la gâchette est à un potentiel tel que le champ électrique est complètement bloqué à son niveau, il n'arrive plus d'électron sur le drain et le transistor est complètement bloqué, mais par contre si le potentiel de la gâchette est nul ou de faible valeur, le champ électrique issu de la source éprouve peu ou pas de difficultés pour atteindre le drain et le transistor est conducteur ; la gâchette est donc une électrode de commande du transistor, un peu de la même manière que la grille d'un tube à vide. La *figure 42* montre trois possibilités : en a) la gâchette est à un potentiel voisin de celui de la source et le courant passe parfaitement ; en b) : le potentiel de la gâchette est loin d'être nul, dans ce cas le champ éprouve de sérieuse difficultés et le courant restant sur le collecteur (ou le drain) a beaucoup baissé et en c) : le champ est totalement bloqué, car le potentiel de la gâchette est trop fort et le transistor, bloqué, ne laisse passer aucun courant.

Le transistor à effet de champ trouve donc son utilisation dans tous les cas où le fait d'avoir une impédance d'entrée élevée apporte un avantage, c'est-à-dire : préamplificateur BF, étage mélangeur de fréquence dans les récepteurs de trafic ondes courtes ou VHF, étages amplificateurs à fréquence intermédiaire, hautes fréquences et très hautes fréquences, enfin à ultra hautes fréquences tant pour la télévision que pour le trafic radio-téléphonique.

Ainsi donc, dans le cas où l'on voudra réaliser un amplificateur de tension avec des semi-conducteurs présentant une très forte impédance d'entrée, il sera très intéressant d'employer, non plus des transistors classiques, mais des transistors à effet de champ. Le premier étage d'un amplificateur basse-fréquence destiné à être utilisé avec un pick-up piézo-électrique, ne devrait jamais être réalisé avec un transistor conventionnel, qui a une impédance d'entrée de 1 000 à 2 000 ohms, alors que le pick-up piézo a une impédance de 100 000 ohms et plus, ce qui a pour résultat d'amortir considérablement le niveau de sortie de notre pick-up et de perdre un gain considérable dans la chaîne d'amplification, alors que si l'on utilisait un étage

d'entrée avec un transistor à effet de champ, l'impédance de sortie du pick-up ne serait pas shuntée par l'impédance faible d'un transistor classique mais par l'impédance très élevée d'un transistor à effet de champ et le gain du premier étage préamplificateur de tension serait considérable.

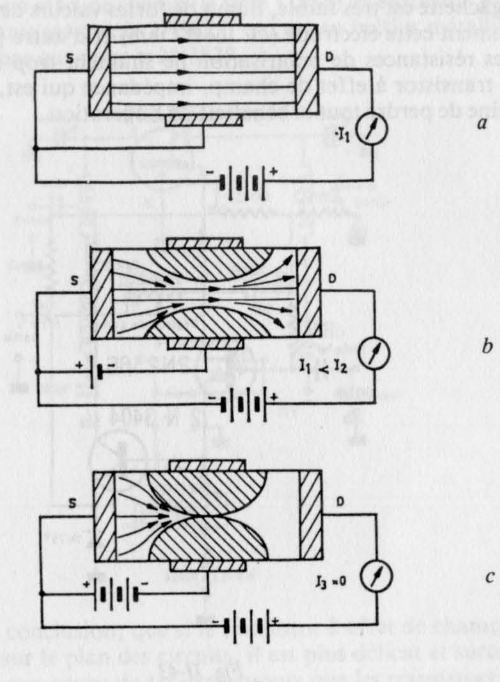


Fig. II-42

Le transistor à effet de champ trouve donc son utilisation dans tous les cas où le fait d'avoir une impédance d'entrée élevée apporte un avantage, c'est-à-dire : préamplificateur BF, étage mélangeur de fréquence dans les récepteurs de trafic ondes courtes ou VHF, étages amplificateurs à fréquence intermédiaire, hautes fréquences et très hautes fréquences, enfin à ultra hautes fréquences tant pour la télévision que pour le trafic radio-téléphonique.

Notons au passage que les transistors à effet de champ présentent un autre avantage, à savoir : donner un très faible bruit de fond et cela est tout particulièrement intéressant dans le cas d'étages d'entrée, dans lesquels le facteur de bruit est multiplié par le gain total de la chaîne au complet, tout comme le signal utile.

Citons deux exemples à l'appui de ces dires :

En premier lieu, ce sera un étage d'entrée d'amplificateur Haute-Fidélité devant être utilisé avec un pick-up piézo-électrique (*fig. 43*).

Un transistor de type 2N2386 (fournisseur Texas Instrument) est utilisé pour cet étage préamplificateur à haut gain.

Il est à noter que les résistances de polarisation du transistor à effet de champ 2N2386 sont de valeurs très élevées, si on les compare aux valeurs de résistance des montages classiques à transistors ; la raison en est double : d'une part, comme le courant de gâchette est très faible, il faut de fortes valeurs de résistance pour polariser suffisamment cette électrode (cf. loi d'Ohm) et d'autre part, il ne faut aucunement que les résistances de polarisation ne shuntent trop fortement l'impédance d'entrée du transistor à effet de champ, impédance qui est, rappelons-le, très élevée, sous peine de perdre tout le bénéficie de l'opération.

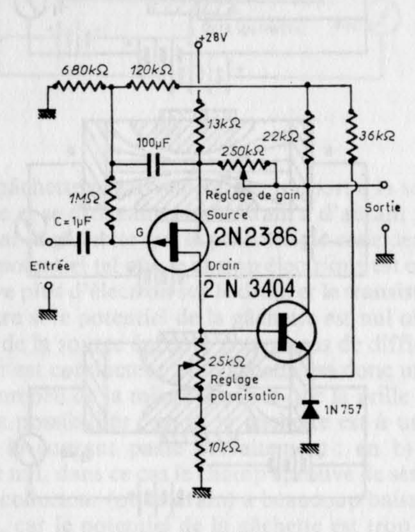


Fig. II-43

Notons également la présence d'une résistance ajustable placée entre la sortie « source » et le collecteur du transistor du deuxième étage, qui est destinée à régler le gain de l'ensemble amplificateur afin qu'il n'y ait ni oscillations parasites, ni déformations.

Le circuit de « drain » comporte là aussi une résistance ajustable de 25 kilohms destinée à régler la polarisation à la fois de « drain » et de base du second transistor, puisque ce montage est du type amplificateur à liaison « directe ».

Une diode 1N757 fixe la valeur de la tension de repos de l'émetteur du transistor 2N3404.

Une seconde application des transistors à effet de champ consiste en un étage amplificateur VHF (*fig. 44*).

Cet étage amplificateur, fonctionnant à 500 MHz avec un très faible bruit de fond (de l'ordre de 3 dB) en raison du choix du transistor à effet de champ 2N3823

qui est l'un de ceux qui représente le moins de souffle, nécessite deux tensions de polarisation : l'une de 15 V fixe et une seconde de 9 V, qui est réglable de telle sorte que le courant de « drain » soit de l'ordre de 4 mA. Ce montage amplificateur est tout particulièrement recommandé dans le cas de récepteurs VHF ou UHF nécessitant un haut gain à l'étage d'entrée avec le moins de bruit de fond possible. Notons qu'il existe un transistor à effet de champ (le type TIS88) en enrobage plastique, qui présente les mêmes avantages que le 2N3823, qui est en boîtier métallique, mais à un prix beaucoup plus bas que pour le 2N3823.

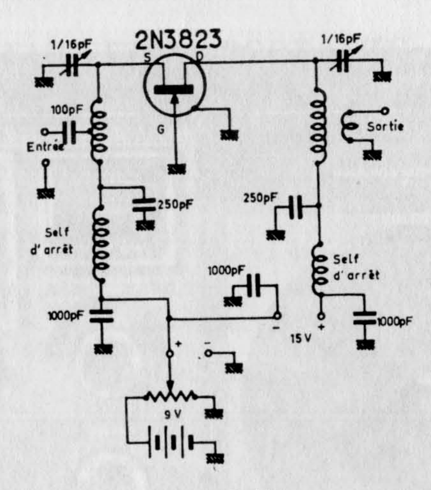


Fig. II-44

Il faut signaler, en conclusion, que si le transistor à effet de champ présente de très grands avantages sur le plan des circuits, il est plus délicat et surtout plus fragile aux surtensions et aux coups de fer malheureux que les transistors conventionnels, mais que cela ne vous empêche pas de les utiliser, et en prenant quelques précautions simples, ils confèreront à vos récepteurs de très bonnes performances.



Récepteur à performances élevées pour l'écoute des bandes VHF ET UHF, utilisées par les émetteurs-récepteurs portatifs de classes professionnelle.

CHAPITRE III

EMETTEURS PORTATIFS

Petit émetteur AM à transistors pour la bande des deux mètres

Les amateurs OM manifestent un intérêt toujours croissant pour l'émission mobile. L'intérêt concerne surtout la bande des 2 mètres, cette zone relativement calme où les antennes nécessaires ont des dimensions séduisantes.

De nombreux émetteurs 2 mètres en usage fonctionnent encore avec des équipements à tubes. Ce type d'appareillage ayant quelquefois des dimensions importantes ne se prête pas particulièrement à une utilisation en mobile. Ainsi, une voiture est nécesaire, aussi bien pour le transport de l'équipement que pour l'alimentation des circuits.

L'émission mobile gagnera sans doute en popularité lorsqu'il ne sera plus nécessaire de disposer d'une voiture. Or, pour réduire l'encombrement, il suffit de transistoriser entièrement les circuits d'émission et de réception. Cette évolution semble s'accentuer en quelques pays. Voici une information sur un module préfabriqué diffusé sur le marché allemand, qui présente des caractéristiques intéressantes.

Il s'agit d'un émetteur miniaturisé sur 2 mètres qui est particulièrement approprié pour être incorporé dans un ensemble portatif. Il est susceptible d'intéresser tous ceux — principalement les débutants — qui désirent se livrer aux joies de la « chasse » aux émissions VHF.

L'émetteur fournit une puissance de sortie HF de 30 mW. Il peut être installé dans un espace relativement minime. Dans cet émetteur, le modulateur a une particularité remarquable. En effet, il comporte un enroulement secondaire supplémentaire sur le transformateur de sortie, qui peut être relié à un haut-parleur de 5 ohms. Grâce à cette adjonction, le modulateur peut également être utilisé comme amplificateur de réception.

Si l'amateur ajoute encore au module de la *figure 1* des éléments, réception HF, il dispose alors d'une petite installation complète d'émission et de réception.

Description du schéma

Comme il apparaît sur le circuit de la *figure 1,* le petit émetteur VHF travaille avec deux transistors dans la partie HF et avec trois transistors dans le modulateur.

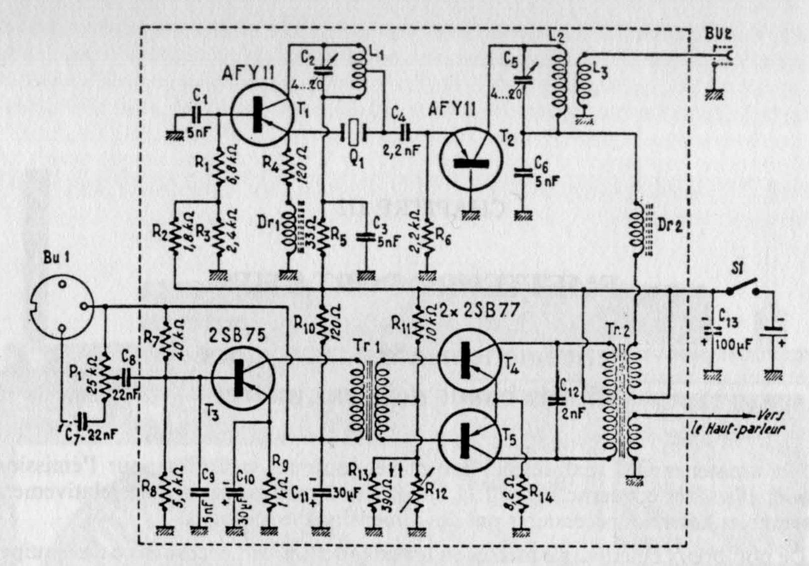


Fig. III-1

L'émetteur

L'émetteur à 144 MHz se compose d'un oscillateur séparé qui est équipé de deux transistors : T_1 (AFY11) et T_2 (AFY11), ce dernier constituant l'étage final. Ces deux transistors fonctionnent en montage base commune.

Les différents circuits de ce module s'acquittent des fonctions suivantes. Le point de travail du transistor oscillateur T_1 est déterminé par le diviseur de tension R_2 et R_3. Le démarrage de l'oscillation provoque un courant de base plus élevé ; comme ceci entraîne l'accroissement du courant de collecteur, il est nécessaire d'utiliser un moyen pour limiter le courant d'oscillation. Une stabilisation suffisante est obtenue à l'aide de la résistance R_1 qui détermine — au fur et à mesure que le courant augmente — une chute de tension plus élevée. Le condensateur C_1 pourvoit au découplage de la haute fréquence apparaissant sur la base.

Le circuit oscillant L_1, L_2 est dimensionné par la fréquence de 72,5 MHz délivrée par le quartz et doit être accordé en conséquence pour assurer l'entretien des oscillations.

La self de choc Dr_1 s'oppose au court-circuit de la HF vers la masse. Le point froid du circuit oscillant est découplé par le condensateur C_3.

La fréquence de l'oscillateur est transmise par l'intermédiaire de C_4 à l'étage doubleur qui est en même temps l'étage final. L'impédance de sortie de l'oscillateur et celle d'entrée de l'étage final étant approximativement du même ordre de grandeur, on peut utiliser la même prise médiane pour le couplage de réaction et pour le couplage direct à travers le condensateur C_4.

La résistance R_6 fixe le point de travail du transistor T_2.

Le modulateur

Le modulateur comprend un étage driver et un étage final. Leur couplage est assuré par l'intermédiaire du transformateur Tr_1.

Passons brièvement en revue la fonction des divers éléments.

Comme l'entrée de l'étage driver est à faible impédance, le système de microphone qui sera relié à ses bornes doit être également à faible impédance. Le potentiomètre de réglage de volume T_1 est relié au microphone par l'intermédiaire de C_7 ; sa liaison à la base du transistor driver T_3 se fait par le condensateur C_8.

La polarisation de base de T_3 est assurée par le diviseur de tension R_7, R_8. La tension d'alimentation négative parvient à l'étage driver par la résistance R_{10}. Le condensateur électrolytique C_{11} sert au découplage de la basse fréquence.

Le transformateur Tr_1 réalise l'adaptation de l'étage driver aux transistors de l'étage final. Les transistors T_4 et T_5 reçoivent leur polarisation au moyen du diviseur de tension R_{11}, R_{12}, R_{13} (qui se trouve à la prise médiane de l'enroulement secondaire de Tr_1). Le courant de repos du collecteur est stabilisé par la thermistance R_{12} insérée dans le circuit de base.

La liaison commune d'émetteur de T_4 et de T_5 est ramenée à travers R_{14} (8,2 ohms) à la masse. Les deux liaisons de collecteur alimentent le transformateur de sortie Tr_2. Le transformateur reçoit à travers la prise médiane une tension de polarisation négative. Le condensateur C_{12} empêche l'emballement de l'étage final.

L'étage final de l'émetteur (T_2) est modulé en amplitude par son collecteur à travers l'enroulement secondaire supérieur du transformateur de sortie BF (Tr_2). La self de choc Dr_2 s'oppose à la fuite de haute fréquence. La résistance de sortie élevée est transformée au moyen de l'enroulement R_3, de sorte qu'on a la valeur de 60 ohms. En conséquence, il est nécessaire d'utiliser une fiche coaxiale pour la prise d'antenne BU_2.

L'alimentation

La tension d'alimentation est appliquée en manœuvrant l'interrupteur S_1. Celui-ci est combiné avec le potentiomètre de réglage de volume P_1.

En parallèle sur la pile, on trouve le condensateur électrolytique C_{13} dont le but est de diminuer l'impédance interne de la pile.

En utilisant une tension d'alimentation de 9 V, l'émetteur fournit une puissance de sortie de 20 à 30 mW. Mais si l'on augmente la tension d'alimentation (par exemple à 15 V), la puissance HF peut atteindre 100 mW. Si la tension d'alimentation est supérieure à 15 V, les transistors — surtout ceux de HF — chauffent d'une façon inadmissible en raison de l'accroissement du courant de collecteur. Dans ce cas, même une faible surcharge est susceptible d'amener leur destruction. Si l'on

désire obtenir une puissance de sortie élevée, il est recommandé d'utiliser un collier de refroidissement pour la dissipation thermique.

Le montage mécanique

Les composants : Le dispositif que nous venons de décrire est un module VHF tout fait ; il est commercialisé par la firme allemande Kl. Conrad, Hirschau/Bayern. Voici un résumé les caractéristiques techniques de l'appareil : fréquence d'émission 145 MHz ; fréquence du quartz 72,5 MHz ; émetteur à deux étages ; modulateur à deux étages ; puissance d'émetteur 30 mW (avec 9 V) ; entrée microphone faible impédance ; sortie d'antenne 60 ohms ; tension d'alimentation 9 V ; consommation 20 mA ; équipé de 2SB75, 2 × 2SB77, 2 × AFY11.

La construction : Le *tableau 1* donne les détails de réalisation des enroulements des bobines L_1, L_2 et L_3.

Tableau I

Bobine	Induction µH	Nombre des spires	Prise à la spire	Diamètre mm
L_1	0,4	7,5	2,5	1,0 cuivre arg.
L_2	0,2	3,5		1,0 cuivre arg.
L_3		1		0,5 cuivre arg. isolé

Les enroulements sont bobinés « en l'air » ; diam. intér. 8 mm.

La construction de l'émetteur est simple, si on utilise pour cette réalisation le module d'émetteur ci-dessus dont les dimensions sont de 50 × 75 mm.

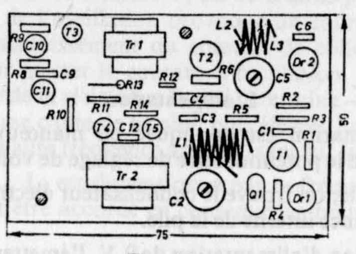


Fig. III-2

La platine déjà équipée des composants (*fig. 2*) peut être fixée sur une plaquette d'isolant ayant pour dimensions 160 mm × 60 mm (*fig. 3*). La pile de 9 V est placée sur le côté gauche de la plaquette. A côté de cette pile sont montés les composants pour l'entrée BF (Bu_1, C_7, C_8, P_1/S_1) et tout à fait du côté droit de la plaquette

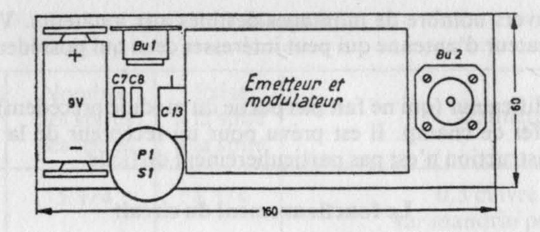


Fig. III-3

est fixée la fiche coaxiale de la prise d'antenne Bu_2. Le condensateur de filtrage C_{13} est placé dans la partie gauche du dispositif. Les liaisons nécessaires pour le module de base sont à câbler sur la plaquette d'isolant.

Mise en service et alignement

Pour la mise au point, l'antenne doit être branchée ; sans cela, le transistor de l'étage final pourrait être surchargé et détruit. Pour dégrossir le réglage des circuits, on peut utiliser comme indicateur d'accord soit un grid-dip-mètre, soit un superhétérodyne VHF accordé sur la fréquence d'émission et pourvu d'un S-mètre, soit un output-mètre relatif (indicateur de puissance HF de sortie).

En premier lieu, régler l'oscillateur sur la fréquence de 72,5 MHz. Dans ce but, agir sur le condensateur ajustable C_2 jusqu'à obtenir sur l'indicateur la déviation maximale. Afin d'éviter que les oscillations décrochent, il convient de revenir en arrière et de régler sur une déviation un peu plus faible. En deuxième lieu, accorder l'étage final émetteur sur la fréquence de 144,5 MHz en agissant sur C_5 jusqu'à l'obtention de la puissance de sortie maximale (déviation la plus grande de l'aiguille).

L'émetteur étant convenablement accordé, le microphone peut être branché. C'est un type dynamique à faible impédance qui est le plus approprié.

L'utilisation : Ce module d'émetteur, de fabrication allemande, nécessite peu de place. L'amateur peut utiliser l'appareil selon son choix à bord d'un véhicule, chez lui ou dans un hôtel. La portée de l'émetteur dépend de la position géographique, de l'antenne employée et des conditions de propagation qui existent à un moment donné.

Dans l'utilisation en mobile, la portée dépend en outre de la position du véhicule (rues de grandes villes, route libre ou montagne).

L'antenne : En principe, on peut utiliser une antenne quelconque pour deux mètres avec une impédance de liaison de 60 ohms environ. Pour une application en mobile, le plus approprié est une antenne enfichable sur l'appareil, par exemple un dipôle de 144 MHz.

Préamplificateur d'antenne pour la bande des deux mètres

La vogue croissante de l'émission d'amateur sur les fréquences élevées, l'attrait du trafic en mobile ou en portable s'expriment dans les pages de la presse technique

étrangère à travers nombre de montages destinés aux amateurs. Voici maintenant un préamplificateur d'antenne qui peut intéresser ceux qui possèdent déjà un récepteur.

Ce préamplificateur (qui ne fait pas partie du module précédent) est équipé d'un transistor à effet de champ. Il est prévu pour un récepteur de la bande des deux mètres ; sa construction n'est pas particulièrement difficile.

Le fonctionnement du circuit

La *figure 4* représente le circuit électrique du préamplificateur. Le fonctionnement est le suivant : la tension d'antenne parvient au circuit d'entrée par l'intermédiaire de la prise médiane de la bobine L_1. Elle est d'abord amplifiée par le transistor à effet de champ BF244 (ou analogue) du préamplificateur, puis transmise à l'entrée du récepteur, laquelle est couplée par la bobine L_4 au circuit de sortie du préamplificateur composé de la bobine L_3 et du condensateur de 5 pF.

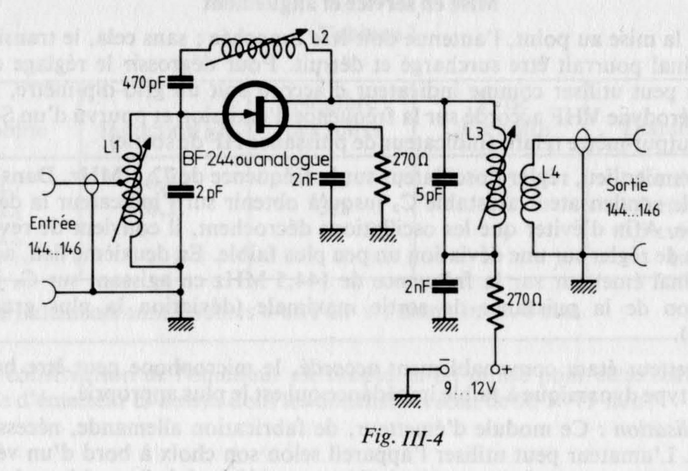


Fig. III-4

Un accrochage pouvant être dû à la capacité interne drain-porte du transistor, le neutrodynage est assuré par le condensateur de 470 pF.

En choisissant convenablement le sens de l'enroulement du bobinage L_2 correspondant, on fait en sorte que ce signal soit en opposition de phase avec celui que transmet, à l'intérieur du transistor, la capacité drain-porte ; il y a alors une neutralisation ou annulation du signal dû à la capacité parasite du transistor.

Les données des bobinages sont contenues dans le *tableau II.*

La disposition des éléments : La *figure 5* représente la plaquette de circuit imprimé vue du côté du cuivre. Pour la disposition des éléments, il convient de tenir compte des indications ci-après : la bobine d'entrée L_1 de même que la bobine de sortie L_3/L_4 sont disposées en position horizontale et notamment de façon à ce que, en vue d'un bon découplage, leurs axes médians soient perpendiculaires l'un à

Tableau II

Bobine	Nombre des spires des spires	Prise à la spire à la spire	Diamètres
L_1	5 1/4	1 1/4	0,5 cuivre arg. sur mandrin polystyrol ∅ 6,5 mm avec rainures
L_2	10	—	0,3 cuivre étamé sur mandrin polystyrol ∅ 5 mm
L_3	5	—	0,5 cuivre arg. mandrin comme pour L_1
L_4	1 1/4	—	0,5 cuivre arg. au point froid de la bobine L_3

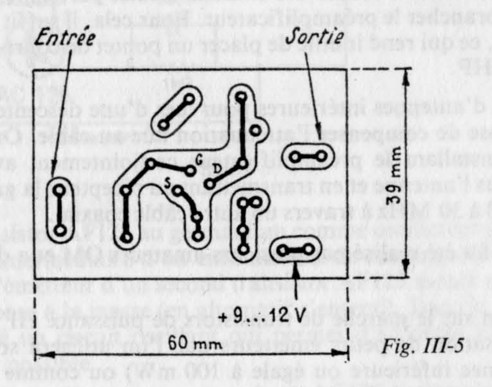


Fig. III-5

l'autre. La bobine de neutralisation L_2 est placée debout sur la platine. Les enroulements sont fixés sur les mandrins avec de la colle. Les extrémités des fils sont passés à travers les trous de la platine et soudées. Dans ce cas des bobines L_1 et L_3/L_4, cela constitue toute la fixation qui permet une tenue suffisante parce qu'elles ont plusieurs fils de liaison. Pour immobiliser la bobine L_2, on fixe son mandrin sur la platine avec quelques gouttes de la même colle. Pour constituer les noyaux HF, il convient d'utiliser les types de noyaux destinés pour la gamme de 60 à 260 MHz.

Les réglages

Avant de disposer l'appareil dans son coffret, la bobine de neutralisation L_2 est accordée sur 145 MHz à l'aide d'un grid-dip. Dans ce but, un condensateur de

1,5 pF est relié en parallèle sur ses bornes. Il est à noter que dans cette opération les extrémités des enroulements ne sont pas plus longues que dans la position définitive. Ensuite, la tension d'alimentation (9 à 12 V) est appliquée. L'entrée et la sortie (L_1 et L_3/L_4) sont à accorder sur les extrémités des bandes en cherchant à obtenir l'amplification la plus élevée.

Pour cette opération, le préamplificateur doit déjà être disposé dans son coffret avec le couvercle posé. Pour pouvoir accorder les trois noyaux des bobines, des trous sont à percer dans le coffret. Si un générateur de bruit est disponible, l'alignement peut être notablement facilité.

L'amplification dépend de l'importance de la tension d'alimentation. La maquette a fourni, avec une tension d'alimentation de 12 V, une augmentation du signal de 3 échelons S comme maximum. Cela correspond à une amplification de 18 dB. Si on utilise le préamplificateur avec une alimentation de 9 V environ, conjointement avec un convertisseur de modèle courant, on obtient alors 12 à 15 dB, ce qui correspond à une augmentation d'environ 2 échelons S ou un peu plus. Avec cette amplification, le bruit n'est pas augmenté et la caractéristique d'intermodulation du convertisseur relié à la suite du préamplificateur n'est pas détériorée.

L'utilisation : Pour l'écoute des stations locales particulièrement puissantes, il convient de débrancher le préamplificateur. Pour cela, il suffit de couper la tension d'alimentation, ce qui rend inutile de placer un pontet de court-circuit entre l'entrée HF et la sortie HF.

Dans le cas d'antennes intérieures pourvues d'une descente coaxiale longue, le problème se pose de compenser l'atténuation dûe au câble. On obtient cette compensation en installant le préamplificateur conjointement avec le convertisseur directement sous l'antenne et en transmettant au récepteur la gamme de fréquences converties de 28 à 30 MHz à travers un autre câble coaxial.

Ce dispositif a été réalisé par plusieurs amateurs OM et a donné de bons résultats.

L'apparition sur le marché de transistors de puissance HF et VHF au silicium permet la réalisation de petits émetteurs que l'on utilisera soit comme « walky-talky » (puissance inférieure ou égale à 100 mW) ou comme émetteurs de trafic (puissance pouvant atteindre 50 W pour des stations fixes avec alimentation sur secteur ou sur génératrice).

Ces émetteurs sont constitués de la même manière que les émetteurs à tubes ; ils comprendront généralement :

— un pilote (à quartz ou à fréquence variable) ;

un ou plusieurs étages doubleurs ou tripleurs de fréquence ;

— un étage amplificateur de puissance ;

— un circuit destiné à accorder l'antenne d'émission à l'étage de sortie de notre émetteur.

La modulation s'effectue là encore soit par variation d'amplitude (AM) soit par variation de fréquence (FM).

Un schéma simple d'émetteur pour amateur est donné *figure 6.*

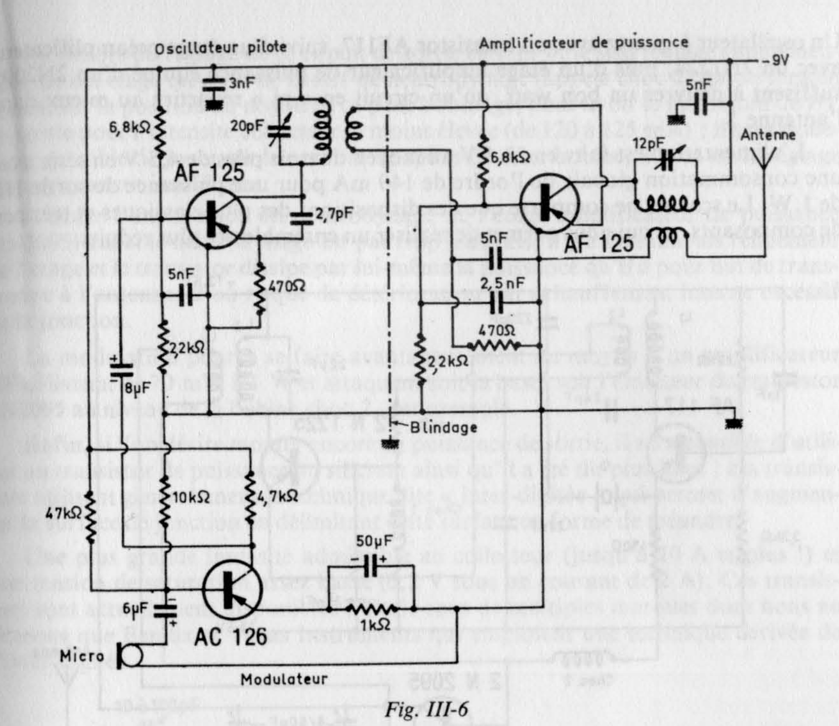


Fig. III-6

Il utilise un transistor AF125 au germanium comme oscillateur pilote ; il délivre directement, par l'intermédiaire d'un enroulement de couplage, le signal de sortie qui est appliqué à l'émetteur d'un second transistor AF125 monté en amplificateur de puissance avec base à la masse (en alternatif s'entend). Dans le collecteur de ce transistor est inséré un circuit oscillant qui permet d'accorder l'antenne avec le meilleur rendement possible.

Afin de moduler cet émetteur, un transistor AC126 également au germanium est utilisé en amplificateur basse fréquence et donne, à partir d'un microphone ordinaire, un signal suffisant pour moduler correctement l'émetteur par la base du transistor « pilote ».

Ce montage est extrêmement simple et fonctionne parfaitement.

Le schéma donne toutes les valeurs des composants et l'alimentation s'effectue au moyen de deux piles de 4,5 V en série.

Un second montage émetteur à transistor, mais délivrant 1 W en sortie, alors que notre premier montage ne permet de « sortir » que de 50 à 100 mW, nous est donné *figure 7.*

Trois transistors sont utilisés pour la chaîne VHF proprement dite ; faciles à se procurer à des prix modiques ces composants ne doivent poser aucun problème !

Un oscillateur à quartz avec un transistor AF117, suivi d'un étage préamplificateur avec un 2N1224, puis d'un étage amplificateur de puissance équipé d'un 2N2095 suffisent à délivrer un bon watt, qu'un circuit en « pi » répartira au mieux dans l'antenne !

L'alimentation est faite en 13,5 V au moyen de trois piles de 4,5 V en série avec une consommation globale de l'ordre de 140 mA pour une puissance de sortie HF de 1 W. Le schéma ne comporte que des dispositions des plus classiques et très peu de composants, ce qui nous permet de réaliser un ensemble des plus réduits.

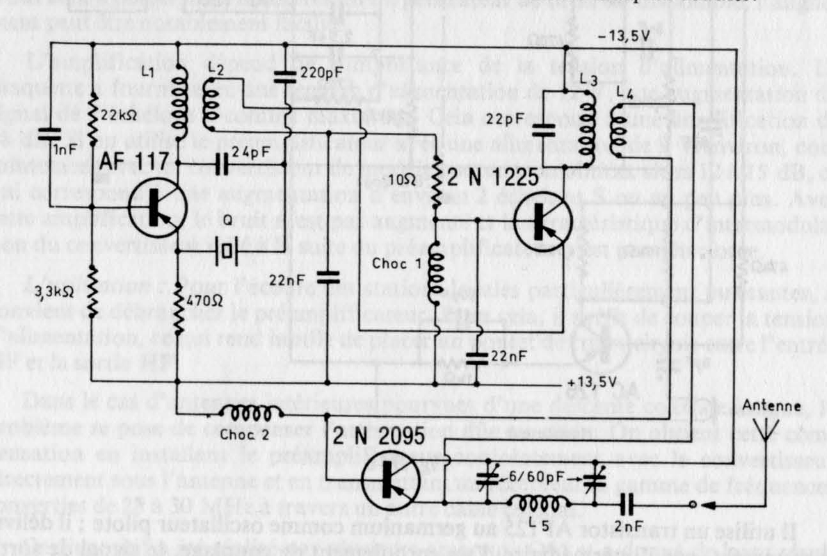


Fig. III-7

L'oscillateur est un montage à couplage capacitif sur le quartz, ce qui nous évite d'avoir à prévoir une prise sur le bobinage.

Les bobines sont réalisées sur des mandrins à noyau plongeur, et cela nous permettra d'obtenir l'accord parfait à la résonance sans avoir à utiliser des capacités variables en parallèle avec les bobines tout en n'employant que les condensateurs fixes de valeurs aussi précises que possible. L'étage préamplificateur est monté en base commune, comme la grande majorité des montages amplificateurs HF ou VHF à transistors le couplage à l'étage précédent se fait au moyen de deux spires ; là, point de condensateur variable dans le circuit d'accord de sortie monté dans le collecteur. Par contre, l'étage de sortie (dit « de puissance ») est monté en collecteur à la masse, ce qui a pour effet de pouvoir loger le transistor dans un refroidisseur massif fixé au châssis ; dans ces conditions, l'échauffement du transistor est parfaitement négligeable. Le circuit de sortie utilise deux condensateurs ajustables (ce sont les deux seuls !) du type « à cloche » et de valeur 6/60 pF donnant une large gamme de réglage de charge et d'accord.

En dehors du réglage de ce circuit de sortie en « pi », le seul réglage supplémentaire de cet étage est celui de la self de neutrodynage (appelé choc 2) qui se fera en jouant sur la position du noyau de ce petit bobinage, pour avoir le maximum de HF en sortie pour l'intensité collecteur la moins élevée (de 120 à 125 mA) ; il sera également possible de jouer sur le nombre de spires de cette bobine, au cas où le réglage du noyau serait insuffisant.

A noter l'importance du neutrodynage de l'étage amplificateur de puissance (2N2095) car si le neutrodynage est par trop mauvais, il y a un mauvais rendement de l'étage et le transistor dissipe par lui-même la puissance qu'il a pour but de transmettre à l'antenne, d'où risque de détérioration par échauffement interne excessif de la jonction.

La modulation pourra se faire avantageusement au moyen d'un amplificateur BF délivrant de 70 mW à 1 W et attaquant soit la base, soit l'émetteur du transistor 2N2095 au niveau de la bobine choc 2, par exemple.

Enfin, si l'on désire monter encore en puissance de sortie, il sera possible d'utiliser un transistor de puissance au silicium ainsi qu'il a été dit plus haut ; ces transistors utilisent généralement la technique dite « inter-digitée » qui permet d'augmenter la surface de jonction en délimitant cette surface en forme de méandre.

Une plus grande intensité admissible au collecteur (jusqu'à 10 A et plus !) et une tension de saturation assez basse (0,2 V sous un courant de 2 A). Ces transistors sont actuellement disponibles à Paris sous de multiples marques dont nous ne citerons que Bendix et Texas Instruments qui emploient une technique dérivée de l'inter-digitée.

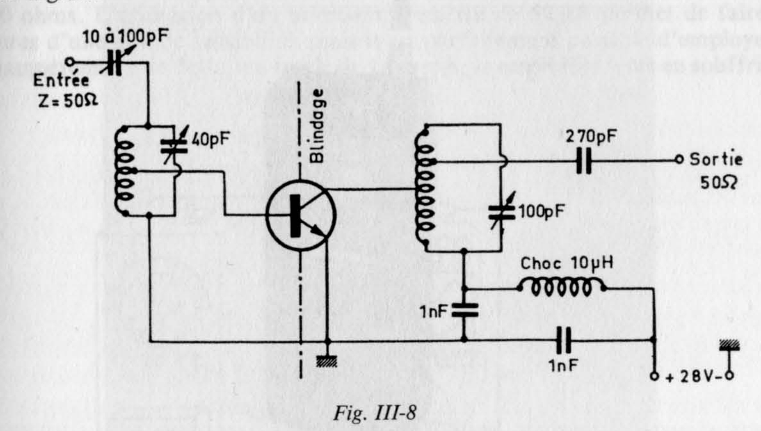


Fig. III-8

Un exemple d'étage de puissance délivrant 25 W à 72 MHz sous une tension d'alimentation est donné à la *figure 8*.

C'est un montage extrêmement simple et très efficace, mais la mise au point (neutrodynage notamment) doit être strictement conforme à la notice fournie par le constructeur, et ceci pour chaque type de transistor, car ces transistors sont relativement chers et tout de même assez délicats !

Avant d'entreprendre la réalisation des émetteurs-récepteurs, il est bon de réaliser un dispositif simple de contrôle et de mesure qui facilitera grandement la mise au point des circuits d'émission VHF.

Tout d'abord, l'utilisation d'un mesureur de champ rend les plus grands services ; en effet, la déviation de l'aiguille du micro-ampèremètre est d'autant plus forte que le champ reçu par l'antenne de ce mesureur de champ est lui-même plus fort. Il est donc possible de régler les circuits d'accord de l'émetteur qui est en train d'être réalisé, en regardant l'aiguille du mesureur de champ et en ajustant le réglage des circuits accordés de l'émetteur pour la déviation maximale du mesureur de champ.



Fig. III-9

La réalisation de ce dernier est des plus simples : un circuit accordé, composé d'une bobine de trois spires (fil de 10/10) et un condensateur variable de 50 pF permet de faire des mesures dans la gamme 60 à 180 MHz ; une petite antenne (corde à piano de 50 cm de long) reçoit le champ à mesurer ; le circuit accordé permet de régler le mesureur de champ sur la fréquence de travail ; une diode OA90 ou similaire détecte le signal HF ou VHF prélevé sur la bobine d'accord (prise au tiers) et transmet au microampèremètre le signal à basse fréquence, si la porteuse est modulée ou une tension continue proportionnelle à la porteuse si cette dernière ne l'est pas. Un potentiomètre de 10 000 ohms monté en résistance variable permet de réduire la déviation de l'aiguille indicatrice si le signal est par trop fort ; une capacité de 100 pF découple la HF à l'entrée du microampèremètre et une capacité de 500 pF découpe la BF à sa sortie.

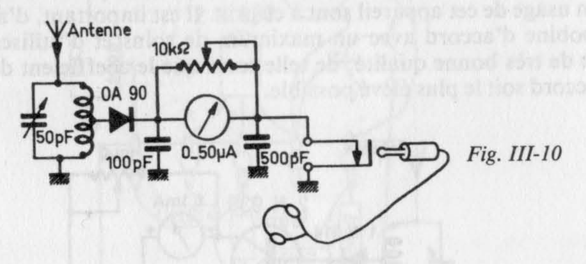


Fig. III-10

Une prise type « jack » permet soit d'utiliser un casque pour l'écoute de la modulation reçue par le mesureur de champ, soit de faire une lecteur directe et simple, sans contrôle auditif ; les écouteurs devront avoir une impédance d'environ 2 000 ohms. L'utilisation d'un microampèremètre de 50 μA permet de faire des mesures d'une grande sensibilité, mais il est parfaitement possible d'employer un milliampèremètre de déviation totale de 1 à 5 mA, la sensibilité seule en souffrira.

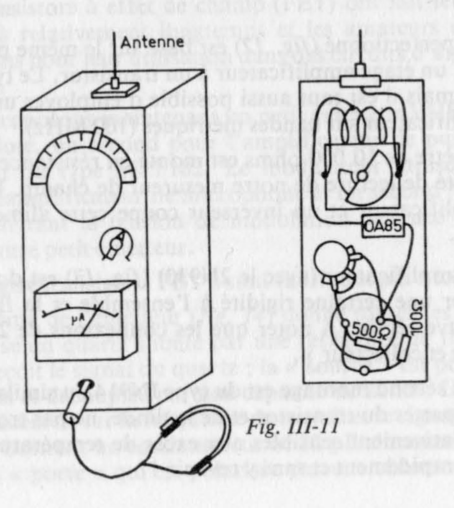


Fig. III-11

Le schéma de ce mesureur de champ (*fig. 10*) ne pose aucune difficulté.

L'aspect extérieur et le câblage intérieur (*fig. 11*) montrent une petite boîte dont les dimensions sont approximativement de 280 × 80 × 50 mm.

Lors du montage, et lors du premier essai, si la déviation de l'aiguille tend à se faire à l'envers, il y a lieu tout simplement de renverser le sens de la diode, ou d'inverser les deux fils d'arrivée au galvanomètre.

Il est relativement facile de trouver dans le commerce des microampèremètres de 50 μA de déviation totale, et ceci pour un prix des plus modiques. La sensibilité et le bon usage de cet appareil sont à ce prix. Il est important, d'autre part, de réaliser la bobine d'accord avec un maximum de soins et d'utiliser un condensateur variable de très bonne qualité, de telle sorte que le coefficient de qualité de ce circuit d'accord soit le plus élevé possible.

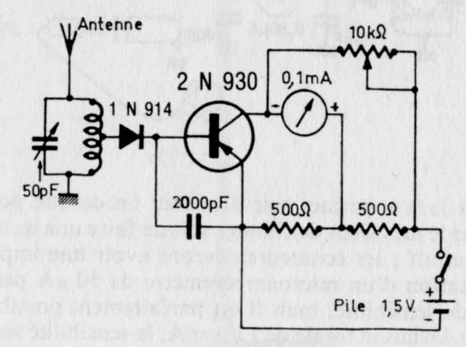


Fig. III-12

Un mesureur de champ perfectionné (*fig. 12*) est basé sur le même principe que le premier, mais en insérant un étage amplificateur à un transistor. Le type de transistor choisi est un 2N930, mais il est tout aussi possible d'employer un transistor pouvant être monté en amplificateur sur bandes métriques (100 MHz).

Là encore un potentiomètre de 10 000 ohms est monté en résistance variable et permet de doser la sensibilité de lecture de notre mesureur de champ. Une pile de 4,5 V alimente l'étage amplificateur et un inverseur coupe cette alimentation en dehors des heures de service.

Le câblage de la partie amplificateur (avec le 2N930) (*fig. 13*) est donné à titre indicatif et permet d'assurer une certaine rigidité à l'ensemble et la fixation des divers composants s'en trouve réglée. A noter que les connexions de 2N930 sont dans l'ordre « émetteur base et collecteur ».

La diode utilisée dans un second montage est du type IN914 ou similaire. Attention ! lors des soudures des pattes du transistor et de la diode, ne pas trop chauffer ces composants qui sont relativement sensibles aux excès de température. Souder avec un fer très chaud, mais rapidement et sans y revenir !

Les deux résistances de 500 ohms seront du type 1/4 W et le potentiomètre de 10 000 ohms du type « bobiné ». La capacité de 2 000 pF est à prendre au mica si possible.

Là aussi, tous les soins devront se porter sur la qualité du circuit accordé (bobine de trois spires avec prises au tiers et condensateur variable sur stéatite).

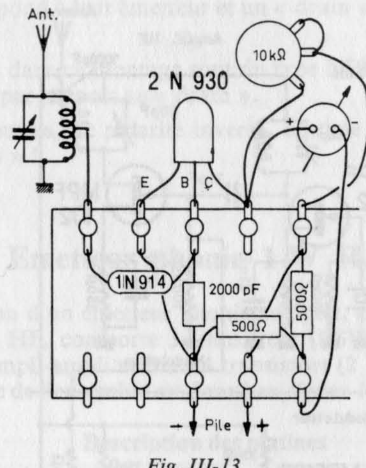


Fig. III-13

La présentation extérieure sera identique à celle du premier montage, avec en plus un interrupteur (marche-arrêt) et une pile à l'intérieur du coffret.

Les transistors à effet de champ (FET) ont fait leur apparition sur le marché depuis déjà relativement longtemps et les amateurs demandent de plus en plus d'indications pour leur utilisation dans des circuits d'amplification, de réception ou d'émission.

Nous proposons maintenant un petit émetteur VHF utilisant quatre FET's. Un pour le pilote, un second pour l'amplificateur de puissance HF ; ces transistors FET's sont du type MPF102. Le modulateur utilise un FET de type MPF103 comme préamplificateur de microphone et un second MPF103 en amplificateur de tension délivrant la tension de modulation destinée à moduler en amplitude le pilote de notre petit émetteur.

Ces quatre transistors FET's sont fabriqués par Motorola.

Le schéma de l'émetteur (*fig. 14*) donne toutes les valeurs des composants. Le pilote utilise un quartz shunté par une résistance de 100 kΩ ; c'est la « porte » du FET qui reçoit le signal du quartz ; la « source » est polarisée par une résistance de 1 000 ohms et découplée par une capacité de 22 nF. Le « drain » a comme charge un circuit accordé sur la fréquence de travail et le signal de sortie est prélevé directement à ses bornes ; un condensateur de 22 pF alimente en excitation le second étage HF, sur la « porte » qui est polarisée par une résistance de 100 kΩ et qui reçoit en

outre le signal de modulation par un condensateur de 10 nF suivi d'une résistance de 22 kΩ. La « source » de l'étage amplificateur HF est polarisée par une résistance de 150 ohms et découplée par une capacité de 47 nF. Le circuit accordé de sortie est monté dans le « drain » et la prise pour l'antenne piquée au tiers sur la bobine d'accord. Une petite antenne « fouet » complète l'émetteur.

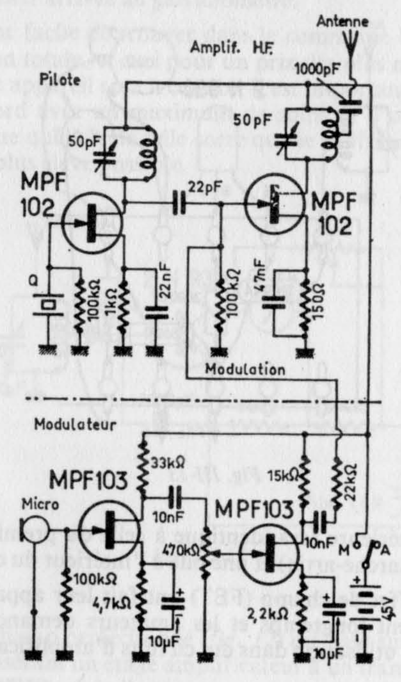


Fig. III-14

Quant au modulateur, le microphone de type piézoélectrique attaque la « porte » d'un FET de type MPF103, qui est polarisée par une résistance de 100 kΩ ; sa « source » est polarisée par une résistance de 4,7 kΩ et découplée par une capacité de 10 microfarads dont le moins va à la masse.

Une résistance de charge de 33 kΩ est montée dans le « drain » et le signal BF est prélevé sur ce dernier, puis va à un potentiomètre de 470 kΩ qui permet de doser le taux de modulation.

La « porte » du second MPF103 reçoit ce signal BF ; sa « source » est polarisée par une résistance de 2,2 kΩ et découplée par 10 microfarads dont là encore le moins va à la masse. La résistance de 15 kΩ sert de charge au « drain » et la BF sort du drain pour aller au pilote et moduler ainsi en amplitude notre petit émetteur.

L'alimentation de l'ensemble est réalisée au moyen d'une simple pile de 4,5 V dont le moins va à la masse et un interrupteur met hors service tout l'ensemble quand il en est besoin.

Avec ce montage expérimental, il apparaît que les transistors FET's s'utilisent de la même manière que les autres semi-conducteurs, qu'il y a une « porte » que l'on peut considérer comme la « base » des transistors conventionnels, une « source » qui correspond à leur émetteur et un « drain » correspondant au collecteur.

Les FET's utilisés dans ce montage sont du type NPN, et la « source » est alimentée négativement par rapport au « drain ».

Mais il en est d'autres, de polarité inverse, de type PNP, tout comme « nos bons vieux transistors » !

Emetteur phonie 1 W H.F.

Voici la description d'un émetteur phonie complet, comportant 2 platines distinctes : la première, HF, comporte 3 transistors (BSW22, 72T2, AC188-01), la deuxième est un préampli-ampli micro à 4 transistors (2 × AC1256, 2 × AC132). Le schéma de principe de l'ensemble est donné en *figure 15*.

Description des platines

H.F. : — Alimentation : 15 V par 10 piles 1,5 V bâton.

— Pilote HF : Oscillateur contrôlé par quartz directement sur l'harmonique 3 du quartz (27 MHz), transistor employé : BSW22, silicum, PNP, base polarisée par le pont 10 kΩ-47 kΩ. L'émetteur de ce transistor est compensé en température par la cellule 100 kΩ-10 nF ; le collecteur est chargé par une bobine accordée sur 27 MHz par un condensateur de 33 pF. L'alimentation de ce pilote est découplée par l'ensemble 4,7 Ω, 0,1 µF.

— P.A. : 72T2, transistor de puissance. PA max : 1,5 W excité par L_2, secondaire du transfo HF (P : 12 spires fil 6/10 Cu émaillé sur mandrin Lipa ∅ 8 mm, S : 2 spires fil th 6/10 sur L_1). Collecteur chargé par un circuit LC ; C = ajustable mylar subminiature 6-60 pF, L = 15 spires fil Cu étamé 10/10 bobiné en l'air sur ∅ 8 mm et une longueur de 30 mm. La sortie antenne s'effectue par circuit filtre d'harmonique (L_4 = 14 spires fil Cu émaillé 6/10 mm sur mandrin Lipa ∅ 8 mm) sur une impédance de 50 Ω.

B.F. : Modulateur : AC188-01 (transistor BF de puissance PNP Ic_{max} : 1,5 A) inséré entre le + et « L_4 » V_{ce} découplé par un condensateur mylar de 10 nF. La modulation se situe aux alentours de 90 %. Base polarisée négativement par le pont 100 Ω-270 Ω. La modulation venant du préamplificateur à 4 transistors est appliquée à la base de l'AC188 par un électrochimique de 100 µF laissant ainsi « passer » les fréquences BF très basses.

L'alimentation générale est découplée par un condensateur électrochimique de 100 µF, l'alimentation du préamplificateur par 100 Ω, 100 µF, l'alimentation de

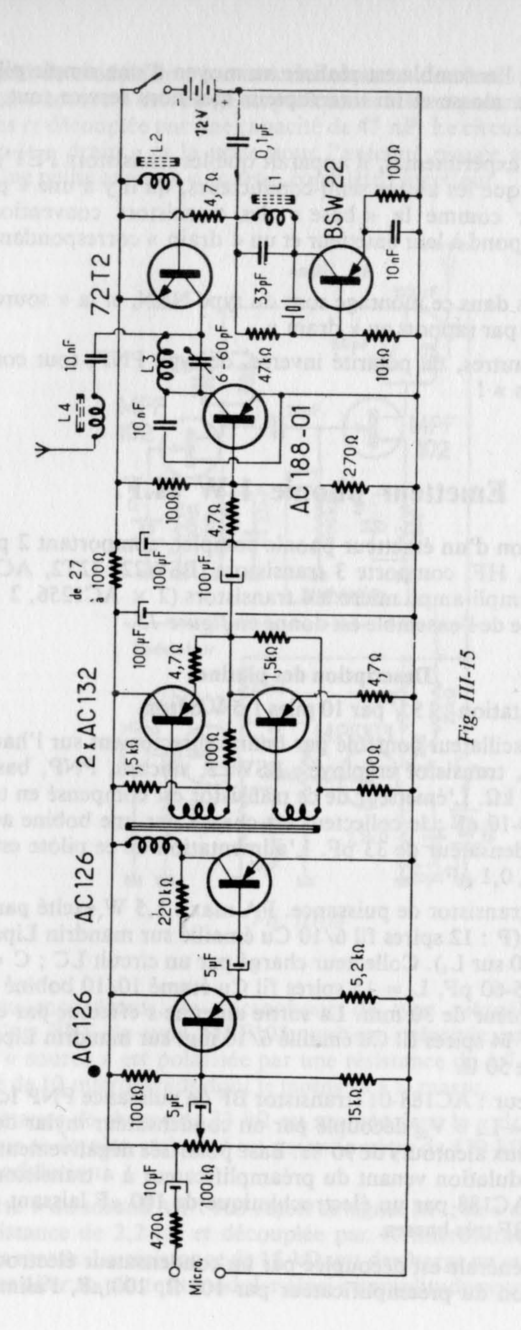


Fig. III-15

l'amplificateur par 100 Ω, 100 µF. Extérieurement au circuit imprimé, se trouvent le potentiomètre log. de 100 kΩ de dosage BF et un électrochimique de 10 µF. L'impédance d'entrée est de l'ordre de 10 à 30 kΩ (donc : micro-dynamique ou haut-parleur avec transfo d'adaptation).

Utilisation

Cet émetteur est surtout destiné à la fabrication de talkies-walkies relativement puissants et bon marché.

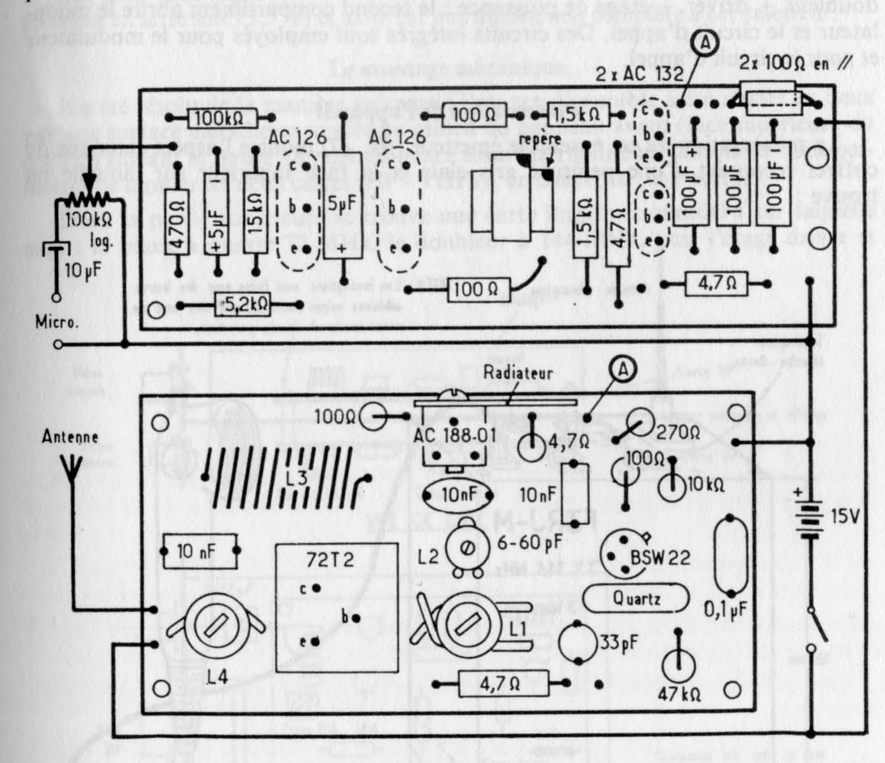


Fig. III-16

Comme récepteur, on peut utiliser soit un récepteur « microfix » super-réaction avec amplificateur BF incorporé (44 mm × 38 mm) soit un « superfix » superhétérodyne avec amplificateur BF incorporé (75 mm × 44 mm) ou simplement une tête HF « superhet » silicium donc sans ampli BF (44 mm × 35 mm), en se servant de l'ampli BF de l'émetteur et en l'utilisant tantôt en émission, tantôt en réception, grâce à un commutateur. L'implantation de la BF et de la MF est donnée en *figure 16*.

Un émetteur de 144 MHz-1 W à circuits intégrés

Notre but a été de réaliser un émetteur 144 MHz, piloté par quartz, délivrant 1 watt, modulé en amplitude, et miniaturisé au maximum, tout en permettant un montage facile ; pour ce faire, nous avons construit un boîtier de dimensions réduites : 100 × 40 × 120 mm (à noter que ces dimensions auraient pu être réduites de 30 à 40 % en utilisant des prises, voyant et interrupteur miniatures !). A l'intérieur de ce coffret, deux compartiments, le premier est utilisé pour les étages pilote + doubleur + driver + étage de puissance ; le second compartiment abrite le modulateur et le circuit d'appel. Des circuits intégrés sont employés pour le modulateur et pour le circuit d'appel.

Présentation de l'appareil

La présentation de cet ensemble émetteur (*fig. 17*) montre l'aspect extérieur du coffret recouvert d'une peinture gris clair et la face supérieur sur laquelle on trouve :

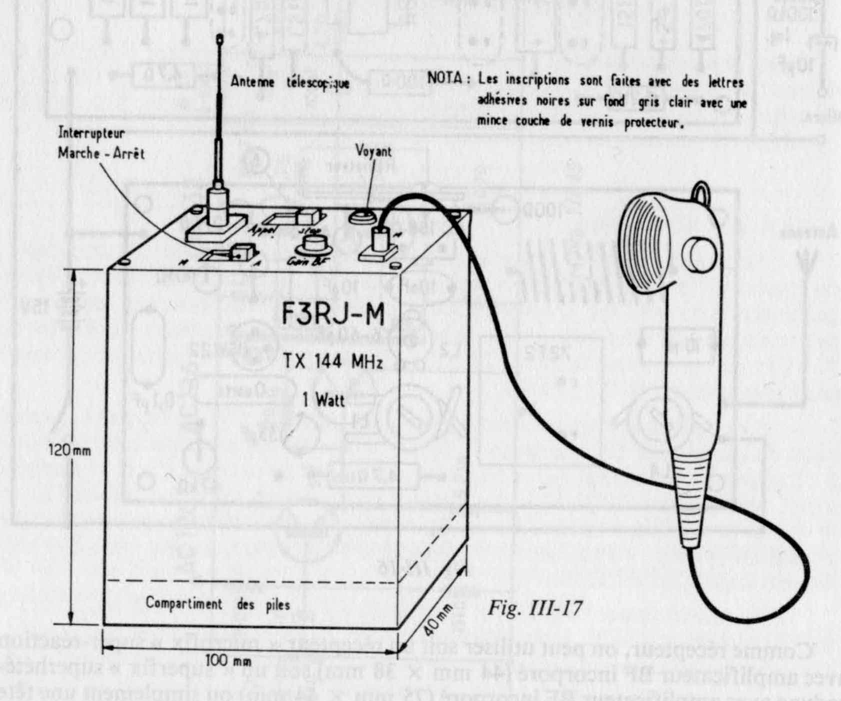


Fig. III-17

— la prise d'antenne (type coaxial à faibles pertes) ;
— la prise de microphone ;
— l'interrupteur marche-arrêt ;
— l'interrupteur « appel » — « modulation micro » ;

— le potentiomètre « gain micro » ;
— le voyant de marche.

Sous un volume des plus réduits, nous avons un excellent émetteur VHF qui permettra d'effectuer des liaisons en phonie dans de bonnes conditions, en portable ou « mobile (logement très facile dans la boîte à gants de n'importe quelle voiture, ou sur son tableau de bord) ou même en « fixe » en utilisant une antenne extérieure bien dégagée.

Les piles sont logées dans la partie inférieure du coffret (trois piles de 4,5 V montées en série soit 13,5 V) et assurent une autonomie complète à cet émetteur.

Le montage mécanique

Il a été résolu de la manière suivante : l'espace disponible a été séparé en deux par une surface métallique soudée au milieu du panneau avant (face supérieure du coffret) suivant la *figure 18 ;* cette surface assure la rigidité mécanique et nous permettra de monter les deux cartes (HF - VHF) d'un côté et BF de l'autre.

Dans la partie supérieure se trouve une carte imprimée standard sur laquelle sont : le pilote à quartz 72 MHz, le doubleur à 144 MHz, puis l'étage driver et

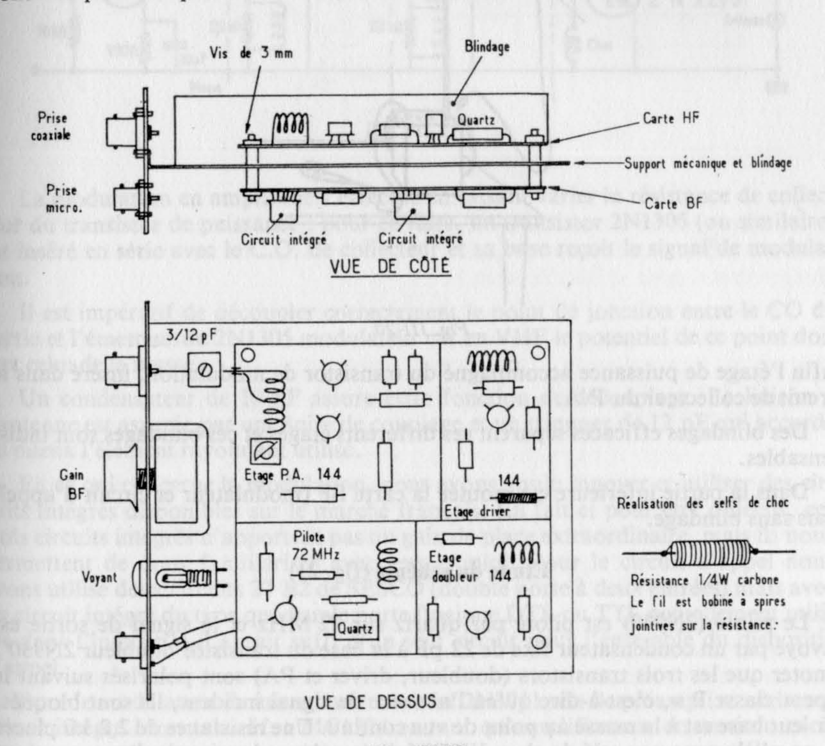


Fig. III-18

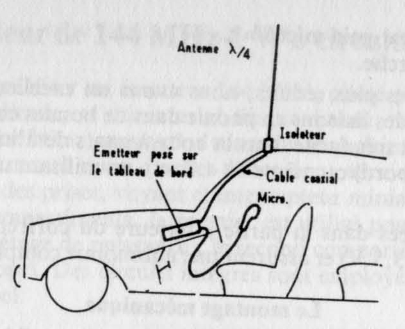


Fig. III-19

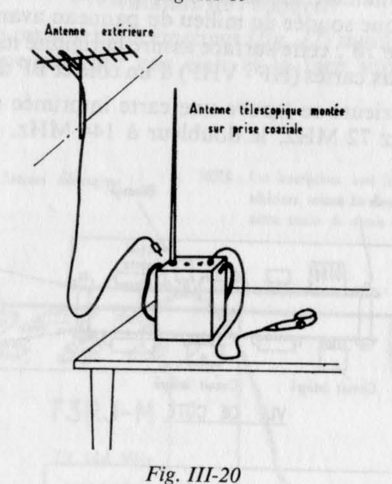


Fig. III-20

enfin l'étage de puissance accompagné du transistor de modulation, inséré dans le circuit de collecteur du P.A.

Des blindages efficaces séparent ces différents étages et ces blindages sont indispensables.

Dans la partie inférieure est montée la carte BF (modulateur et circuit d'appel) mais sans blindage.

Etude du schéma (fig. 21)

Le pilote (2N930) est piloté par quartz sur 72 MHz et le signal de sortie est envoyé par un condensateur fixe de 22 pF à la base du transistor doubleur 2N930 ; à noter que les trois transistors (doubleur, driver et PA) sont polarisés suivant le type « classe B », c'est-à-dire qu'en l'absence de signal incident, ils sont bloqués, car leur base est à la masse au point de vue continu. Une résistance de 2,2 kΩ placée en parallèle avec une self de choc VHF réalisée suivant le croquis d'accompagne-

ment de la *figure 18*, assure la polarisation de base tout en évitant l'amortissement du CO qui la précède, au point de vue alternatif.

Le circuit accordé placé dans le collecteur du second 2N930 tombe dans la bande 144 MHz et fournit l'excitation au transistor 2N2222 (boîtier TO18) de l'étage driver, chargé à son tour par un CO accordé sur 144 MHz et excitant directement la base du 2N2219 de puissance.

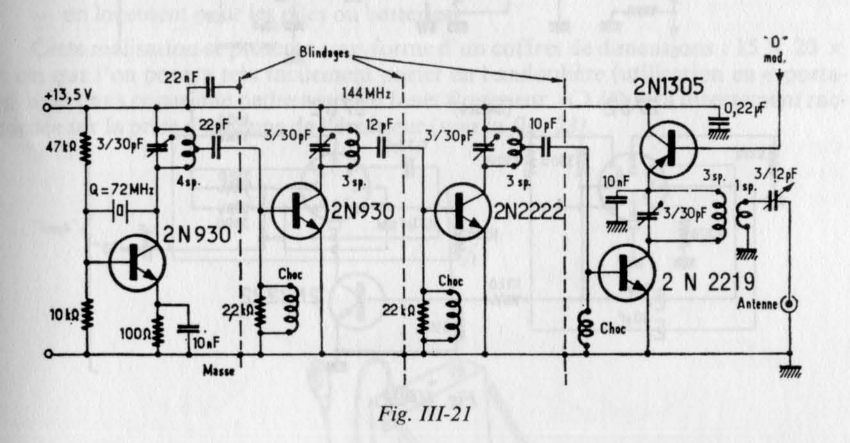


Fig. III-21

La modulation en amplitude s'effectue en faisant varier la résistance de collecteur du transistor de puissance ; pour ce faire, un transistor 2N1305 (ou similaire) est inséré en série avec le C.O. de collecteur et sa base reçoit le signal de modulation.

Il est impératif de découpler correctement le point de jonction entre le CO de sortie et l'émetteur du 2N1305 modulateur car en VHF le potentiel de ce point doit être celui de la masse.

Un condensateur de 10 nF assure cette fonction de découplage. La liaison à l'antenne est assurée par une spire de couplage et un trimmer de 12 pF qui accorde au mieux l'élément rayonnant utilisé.

En ce qui concerne la modulation, nous avons voulu innover et utiliser des circuits intégrés disponibles sur le marché français. En fait et pour être objectif, ces trois circuits intégrés n'apportent pas un gain de place extraordinaire, mais ils nous permettent de nous familiariser avec leur emploi. Pour le circuit d'appel nous avons utilisé deux circuits 27 B2 de SESCO (double porte à deux entrées) mais avec un circuit intégré du type quadruple porte (logique DTL ou TTL actuellement utilisés dans l'industrie) il aurait suffi d'un seul circuit pour l'ensemble du dispositif d'appel.

Pour le modulateur de micro, un transistor 2N3711 sert de préampli et excite un circuit intégré Morotala réf. : MC1524 en tant qu'amplificateur de tension, excitant à son tour le transistor modulateur en final.

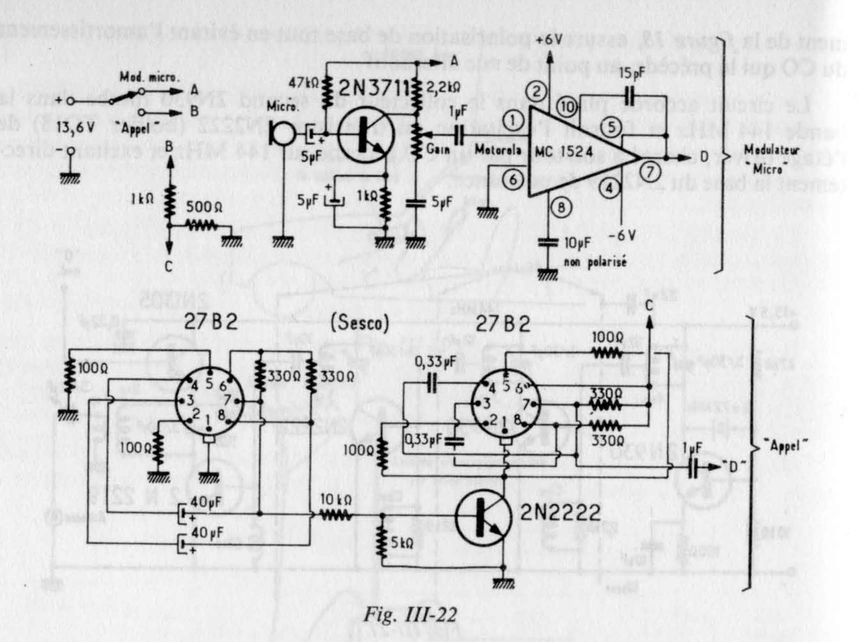


Fig. III-22

L'inconvénient de ce circuit réside dans le fait qu'il nécessite deux tensions d'alimentation symétriques (— 6 V et + 6 V) mais il est intéressant de l'utiliser malgré tout « pour se faire la main ».

Tous les composants BF tiennent très largement sur la carte inférieure et comme les circuits SESCO ont le même encombrement qu'un seul transistor en boîtier TO5 et le circuit Motorala celui d'un parallélépipède rectangle enfichable d'environ 12 × 4 × 5 mm il n'y a aucun problème pour loger les résistances et condensateurs qui les accompagnent.

Un émetteur de trafic V.H.F. à fréquence variable, utilisable en portatif en mobile ou en station fixe

L'idée fondamentale qui a présidé à la conception de cet émetteur de trafic VHF (bande des 144 MHz) fut celle-ci : réaliser un ensemble émetteur complet, pouvant décaler sa fréquence de travail, et ceci avec une grande stabilité en fréquence, avec une alimentation autonome par piles ou petites batteries, avec son procédé de modulation incorporé et enfin avec une grande facilité d'adaptation à différentes antennes VHF.

Dans cette optique, nous avons étudié et réalisé un ensemble émetteur « compact » comprenant :

— un oscillateur à fréquence variable (V.F.O.) sur 36 MHz ;
— un étage doubleur sur 72 MHz ;
— un étage doubleur sur 144 MHz ;
— un étage de puissance sur 144 MHz ;
— un modulateur ;
— un logement pour les piles ou batteries.

Cette réalisation se présente sous forme d'un coffret de dimensions : 15 × 20 × 8 cm que l'on pourra très facilement porter en bandoulière (utilisation en « portatif ») et dans ce cas une petite antenne fouet (longueur = λ/4) sera directement raccordée sur la prise d'antenne de l'émetteur (voir la *fig. 23).*

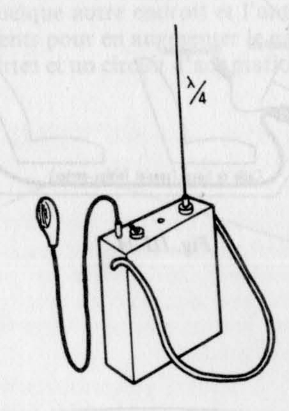


Fig. III-23

Dans le cas d'une utilisation en « mobile », l'antenne sera celle du véhicule avec une liaison par câble coaxial se terminant par une prise mâle se raccordant directement sur la prise antenne du bloc émetteur ; il sera bon de prévoir un bloc d'adaptation (type « Jones ») placé à la base de l'antenne fouet de la voiture et destiné à accorder au mieux le brin rayonnant à l'émetteur suivi du câble de liaison. Cette utilisation en mobile permet de placer très facilement le bloc émetteur, soit dans la boîte à gants du véhicule, soit sous le tableau de bord, soit enfin à un quelconque emplacement situé plus près de l'antenne (par exemple, dans le coffre avec un câble de liaison de 20 à 30 cm, l'émetteur étant tout près du support d'antenne).

Cette disposition (voir les *figures 24 et 25*) permet donc deux variantes : si l'on place l'émetteur sous le tableau de bord, il sera aisé de la manœuvrer directement puisqu'il sera sous la main de l'opérateur, mais dans ce cas, le câble de liaison aura une certaine longueur et introduira des pertes qui ne sont pas toujours négligeables ; par contre, si l'on place l'émetteur à proximité immédiate du support d'antenne, il y aura peu de pertes en raison de la faible longueur de la liaison

émetteur-antenne mais il faudra « télécommander » le fonctionnement du bloc émetteur ; pour ce faire nous avons prévu un relais, qui coupe ou met en circuit l'alimentation des piles (ou des batteries) et qui peut être commandé à distance.

De plus il faudra allonger le fil du micro afin que ce dernier soit accessible à l'opérateur ; dans ce cas, un microphone crystal est à déconseiller, car il n'aime pas les fils supérieurs à 1 m de longueur ; il sera et de loin préférable d'employer un micro de type dynamique, ou à défaut un bon micro à charbon.

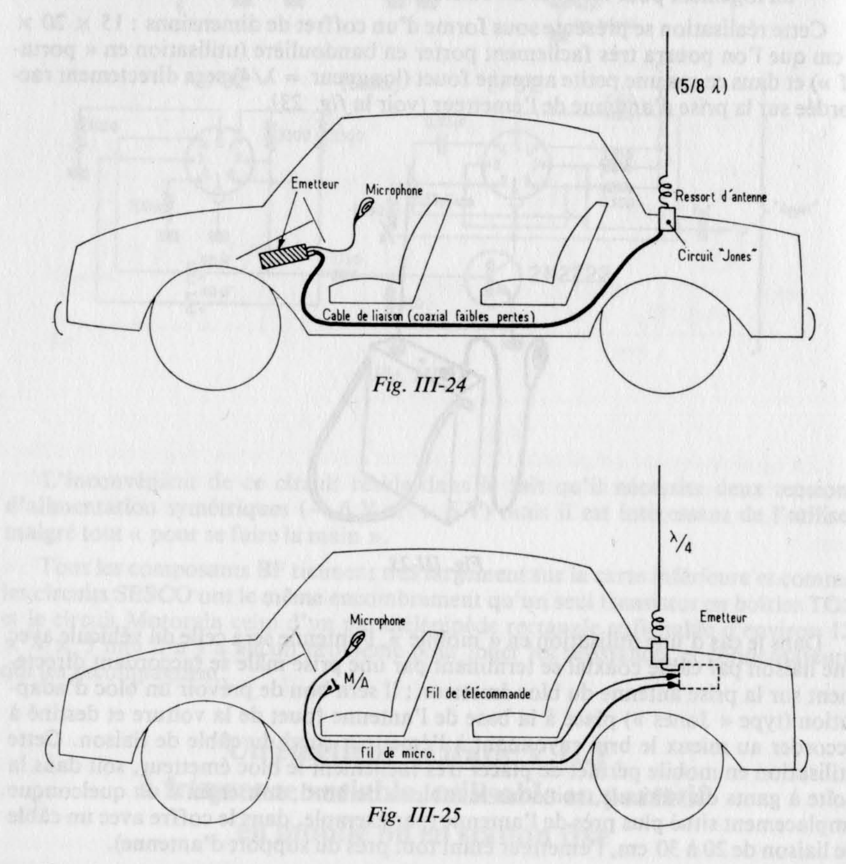


Fig. III-24

Fig. III-25

Il est impératif d'employer du câble blindé pour le micro car les parasites divers sont très nombreux et de forte amplitude sur un véhicule. Par contre le fil de télécommande pourra être du fil « scindex » ordinaire et de petite section (0,8 mm ou même moins).

Il est également une troisième solution qui allie les avantages de ces deux méthodes et qui consiste à installer l'antenne sur l'aile avant et l'émetteur sous le tableau de bord et très près de celle-ci, mais le gros inconvénient de cette dernière solution réside dans le fait qu'il est généralement très difficile d'installer près du moteur le bloc d'accord et que le passage des câbles présente de grosses difficultés en raison des plis et replis de la carrosserie au voisinage du pare-brise et du tableau de bord. L'auteur qui avait essayé d'installer cet émetteur dans ces conditions n'a pu y parvenir et s'est résolu à le placer dans le coffre, là où il y a peu de problèmes pour accéder à l'intérieur de l'aile et le passage du fil de micro, puis du fil de télécommande se fait sous le siège arrière, puis sous la moquette et arrive enfin au tableau de bord, au sortir de la moquette, ce qui évite et les fils disgracieux et les risques de couper ou d'arracher les fils par accident.

Une prise pour le micro et un commutateur marche/arrêt complètent l'installation de l'émetteur.

Enfin, si l'on désire utiliser l'émetteur en station fixe (*fig. 26*), ce dernier sera posé sur une table ou en quelque autre endroit et l'antenne extérieure qui sera de préférence à multiples éléments pour en augmenter le gain, sera reliée là encore par un câble coaxial à faibles pertes et un circuit d'adaptation placé à sa base.

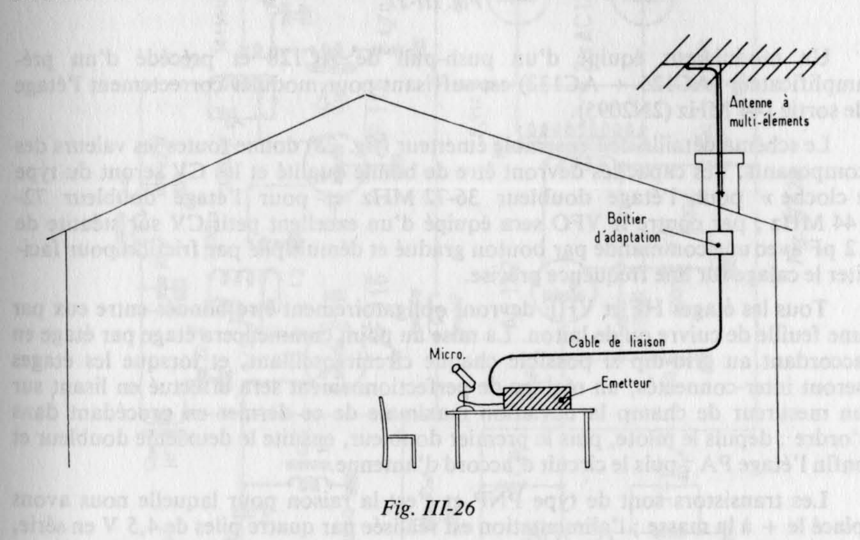


Fig. III-26

Après avoir vu les différentes possibilités d'emploi de cette chaîne d'émission VHF, nous allons décrire cette dernière.

La *figure 27* montre le schéma « diagramme » de cette chaîne.

Un oscillateur à fréquence variable utilisant un transistor 2N2905 délivre un signal sur 36 MHz avec une excursion en fréquence de 800 kHz afin que l'excursion correspondante soit en fait de 0,8 × 2 × 2, soit 3,2 MHz dans la bande de trafic (bande 144 MHz).

Le signal à 36 MHz est amplifié puis doublé (sortie sur 72 MHz) dans l'étage doubleur équipé d'un transistor AF116 ; Un nouvel étage équipé lui-aussi d'un

AF116 double le 72 MHz et délivre une excitation sur 144 MHz qui attaque l'étage de puissance (transistor 2N2095) qui à son tour fournit au circuit d'accord environ 1 W, à charge pour ce dernier de réaliser un rendement aussi élevé que possible en chargeant l'aérien et son câble de liaison au mieux. En pratique, il restera entre 0,7 et 0,8 W utile dans l'antenne.

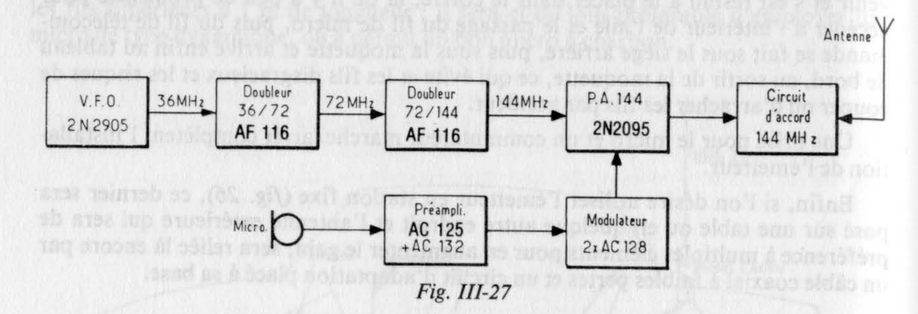


Fig. III-27

Un modulateur équipé d'un push-pull de AC128 et précédé d'un pré-amplificateur (AC125 + AC132) est suffisant pour moduler correctement l'étage de sortie 144 MHz (2N2095).

Le schéma détaillé de l'ensemble émetteur (*fig. 28*) donne toutes les valeurs des composants. Les capacités devront être de bonne qualité et les CV seront du type « cloche » pour l'étage doubleur 36-72 MHz et pour l'étage doubleur 72-144 MHz ; par contre le VFO sera équipé d'un excellent petit CV sur stéatite de 12 pF avec une commande par bouton gradué et démultiplié par friction pour faciliter le calage sur une fréquence précise.

Tous les étages HF et VHF devront obligatoirement être blindés entre eux par une feuille de cuivre ou de laiton. La mise au point commencera étage par étage en accordant au grid-dip si possible chaque circuit oscillant, et lorsque les étages seront inter-connectés, un réglage de perfectionnement sera effectué en lisant sur un mesureur de champ la déviation maximale de ce dernier en procédant dans l'ordre : depuis le pilote, puis le premier doubleur, ensuite le deuxième doubleur et enfin l'étage PA ; puis le circuit d'accord d'antenne.

Les transistors sont de type PNP et c'est la raison pour laquelle nous avons placé le + à la masse ; l'alimentation est réalisée par quatre piles de 4,5 V en série, placées dans le fond du coffret ainsi que l'on peut le voir sur le schéma d'implantation.

Les caractéristiques des bobines sont les suivantes :

L_1 = 10 spires fil de 8/10 mm sur mandrin Lipa de 8 mm ; la bobine est vernie pour éviter toute dérive.

L_2 = 4 spires fil 10/10 mm sur diamètre 8 mm prise à une spire couplage ; 2 spires fil 10/10 mm couplage côté « froid ».

L_3 = 2,5 spires fil 12/10 mm sur diamètre 10 mm prise à 2 spires couplage ; 1 spire de fil 12/10 mm.

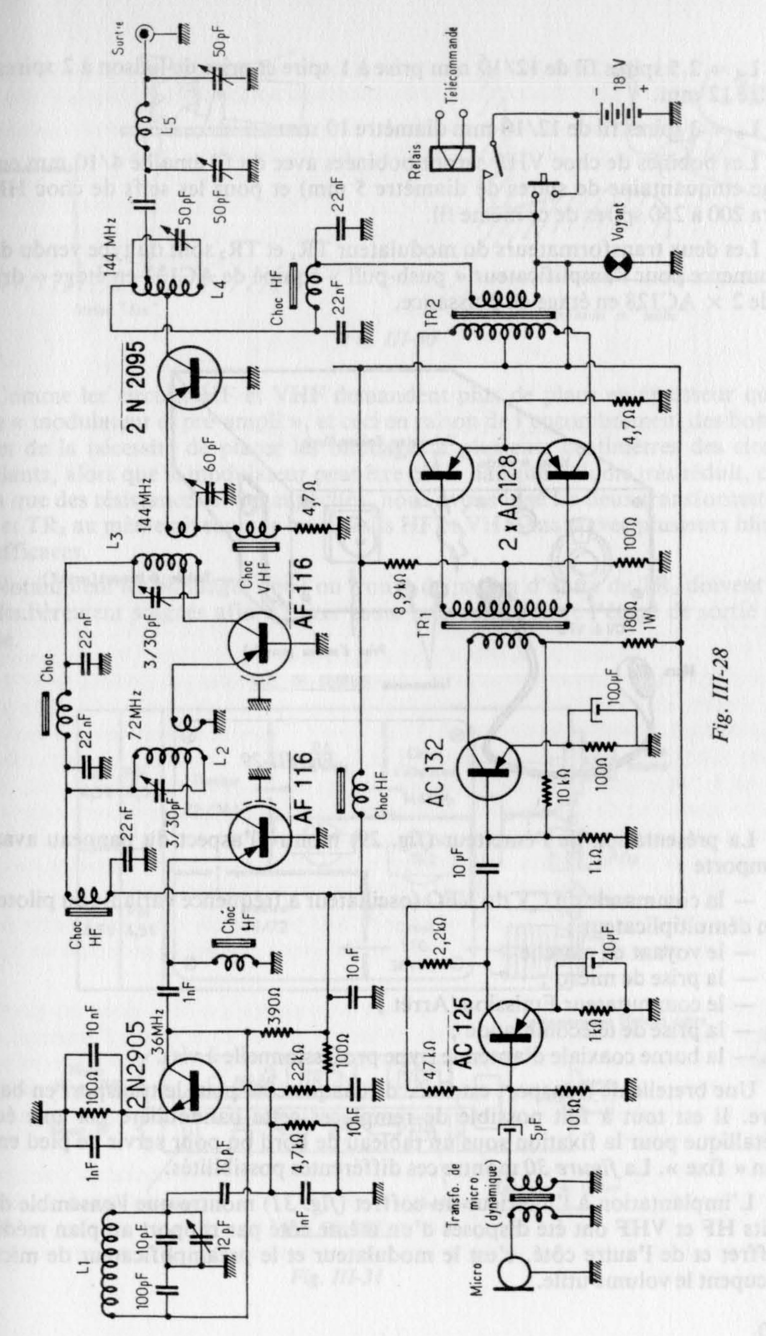


Fig. III-28

L_4 = 2,5 spires fil de 12/10 mm prise à 1 spire et prise de liaison à 2 spires, diamètre 12 mm.

L_5 = 3 spires fil de 12/10 mm diamètre 10 mm.

Les bobines de choc VHF seront bobinées avec du fil émaillé 4/10 mm environ (une cinquantaine de spires de diamètre 5 mm) et pour les selfs de choc HF, il y aura 200 à 250 spires de ce même fil.

Les deux transformateurs du modulateur TR_1 et TR_2 sont du type vendu dans le commerce pour l'amplificateur « push-pull » équipé de AC132 en étage « driver » et de 2 × AC128 en étage de puissance.

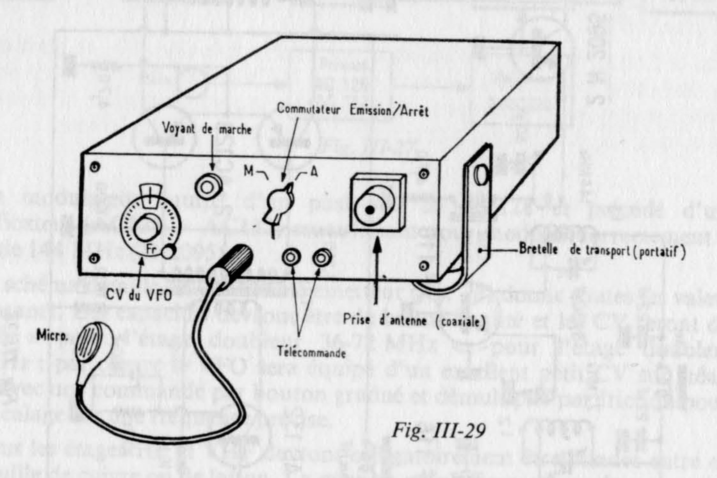


Fig. III-29

La présentation de l'émetteur (*fig. 29*) montre l'aspect du panneau avant qui comporte :

— la commande du CV du VFO (oscillateur à fréquence variable du pilote) avec son démultiplicateur ;
— le voyant de marche ;
— la prise de micro ;
— le commutateur Emission/Arrêt ;
— la prise de télécommande ;
— la borne coaxiale d'antenne (type professionnelle à vis).

Une bretelle de transport est fixée de chaque côté pour le transport en bandoulière. Il est tout à fait possible de remplacer cette bandoulière par une équerre métallique pour la fixation sous un tableau de bord ou pour servir de pied en position « fixe ». La *figure 30* montre ces différentes possibilités.

L'implantation à l'intérieur du coffret (*fig. 31*) montre que l'ensemble des circuits HF et VHF ont été disposés d'un même côté par rapport au plan médian du coffret et de l'autre côté, c'est le modulateur et le préamplificateur de micro qui occupent le volume utile.

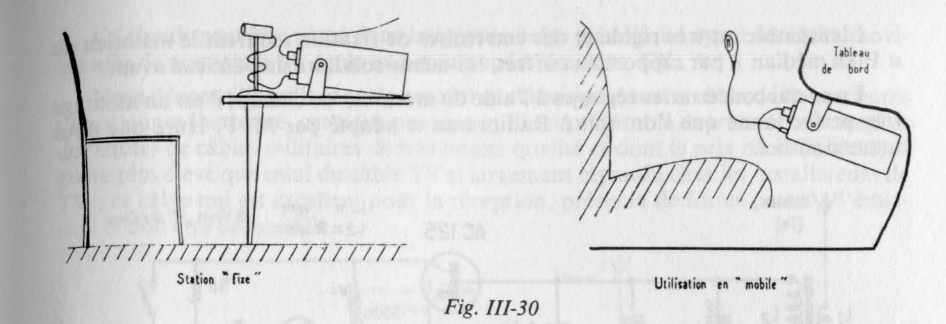


Fig. III-30

Comme les circuits HF et VHF demandent plus de place en épaisseur que la carte « modulateur et pré-ampli », et ceci en raison de l'encombrement des bobinages et de la nécessité de placer les blindages à plusieurs centimètres des circuits oscillants, alors que le modulateur peut être câblé dans un volume très réduit, car il n'y a que des résistances et des capacités, nous avons logé les deux transformateurs TR_1 et TR_2 au même niveau que les circuits HF et VHF, mais avec plusieurs blindages efficaces.

Notamment les blindages que l'on trouve de part et d'autre de TR_2 doivent être particulièrement soignés afin d'éviter toute interaction entre l'étage de sortie et le pilote.

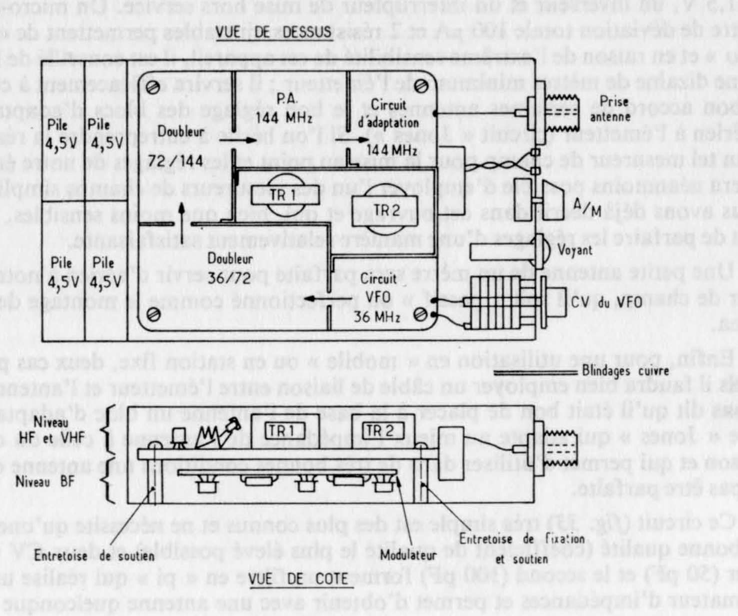


Fig. III-31

L'ensemble est très rigide et des entretoises de fixation assurent le maintien du « Plan médian » par rapport au coffret, lui-même solidaire du panneau avant.

En ce qui concerne les réglages à l'aide du mesureur de champ, il est un montage très perfectionné que l'on doit à Radiorama et adapté par M. F. Huré que nous remercions ici.

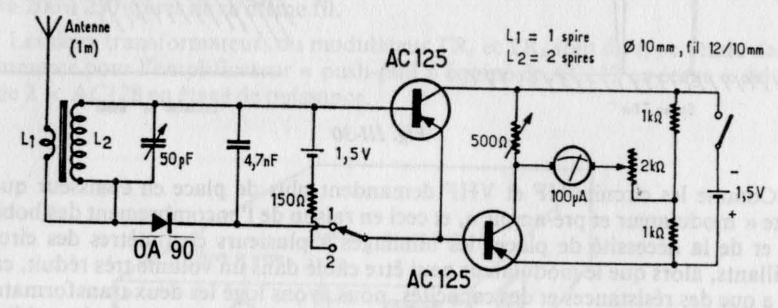


Fig. III-32

Ce mesureur de champ n'est pas un montage passif se contentant de détecter un signal HF ou VHF, mais un véritable mesureur de champ, à la fois sélectif et extrêmement sensible. Son schéma (*fig. 32*) montre deux transistors AC125, deux piles de 1,5 V, un inverseur et un interrupteur de mise hors service. Un micro-ampèremètre de déviation totale 100 µA et 2 résistances ajustables permettent de « faire le zéro » et en raison de l'extrême sensibilité de cet appareil, il est conseillé de le placer à une dizaine de mètres minimum de l'émetteur ; il servira efficacement à contrôler le bon accord de certaines antennes et le bon réglage des blocs d'adaptation de l'aérien à l'émetteur (circuit « Jones »). Si l'on hésite à entreprendre la réalisation d'un tel mesureur de champ pour la mise au point et les réglages de notre émetteur, il sera néanmoins possible d'employer l'un des mesureurs de champs simplifiés que nous avons déjà décrit dans cet ouvrage et qui, bien que moins sensibles, permettent de parfaire les réglages d'une manière relativement satisfaisante.

Une petite antenne de un mètre sera parfaite pour servir d'aérien à notre mesureur de champ, qu'il soit « passif » ou perfectionné comme le montage de Radiorama.

Enfin, pour une utilisation en « mobile » ou en station fixe, deux cas pour lesquels il faudra bien employer un câble de liaison entre l'émetteur et l'antenne, nous avons dit qu'il était bon de placer à la base de l'antenne un bloc d'adaptation du type « Jones » qui adapte au mieux l'impédance de l'antenne à celle du câble de liaison et qui permet d'utiliser dans de très bonnes conditions une antenne qui peut ne pas être parfaite.

Ce circuit (*fig. 33*) très simple est des plus connus et ne nécessite qu'une bobine de bonne qualité (coefficient de qualité le plus élevé possible) et deux CV ; le premier (50 pF) et le second (100 pF) forment un filtre en « pi » qui réalise un transformateur d'impédances et permet d'obtenir avec une antenne quelconque un rendement optimal.

Ce circuit peut être placé dans une petite boîte métallique ayant un côté amovible afin de pouvoir avoir accès aux commandes des deux CV.

Nous déconseillons l'usage de coaxial de télévision comme câble de liaison entre l'émetteur et l'antenne, car nous pensons qu'il est préférable de trouver aux surplus des chutes de câbles militaires de très bonne qualité et dont le prix n'est finalement guère plus élevé que celui du câble TV si largement répandu chez les installateurs de TV ; ce câble qui est excellent pour la réception, présente de fortes pertes à l'émission et doit être déconseillé.

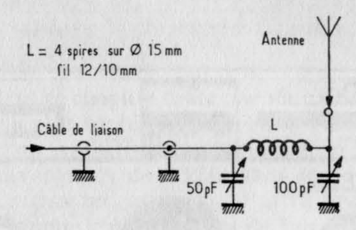


Fig. III-33



Récepteur de trafic de classe professionnelle doté de très hautes performances.

CHAPITRE IV

Emetteurs-récepteurs portatifs ou « walkies-Talkies »

Nous allons voir dans ce chapitre toute une série de montages, partant du plus simple, pour aboutir au plus sophistiqué qui soit, à savoir un émetteur-récepteur portatif VHF équipé d'un synthétiseur de fréquence lui permettant de fonctionner sur plus de 800 canaux espacés de 5 kHz dans toute la bande amateur 144 à 146 MHz avec une puissance lui permettant d'offrir une portée efficace de 80 km en trafic simplex, ou de plusieurs centaines de kilomètre en trafic via répéteur, équipé de tonalité d'appel, etc, bref, le dernier cri en matière de walky-talky, tout ceci tenant dans un boîtier de la taille de deux paquets de cigarettes, ce qui aurait été impensable, il y a encore deux ou trois ans.

Nous commençons donc par des montages pour débutants et progressant, pas-à-pas, nous atteindrons à la fin de ce chapitre les divers types de walky-talky disponibles dans le commerce et maintenant très largement utilisés, tant en FM qu'en AM ou en BLU, tant en VHF (144-146 MHz) qu'en UHF (430 à 440 MHz).

Petits montages émetteurs et récepteurs portatifs

Il peut être intéressant de voir l'évolution des circuits de réception et d'émission en ondes courtes et en V.H.F. destinés à réaliser des ensembles émetteurs-récepteurs portatifs.

Le circuit de réception le plus simple (*fig. 1*) est constitué d'un circuit oscillant (self et condensateur) délivrant une tension HF à la résonance, détectée par une diode OA95 ou similaire ; le signal basse fréquence est amplifié par un transistor AC125 et l'écoute s'effectue au moyen d'un écouteur.

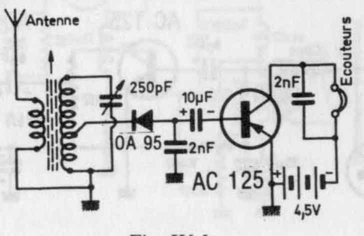


Fig. IV-1

L'alimentation est réalisée par une pile de 4,5 V.

Si l'on désire améliorer à la fois la sensibilité et la sélectivité de notre récepteur, nous proposons un montage plus élaboré : une détectrice à réaction suivie d'un étage amplificateur à basse fréquence ; là encore l'écoute se fera sur écouteur, mais dans de bien meilleures conditions !

Le schéma d'un tel récepteur (*fig. 2*) comporte un transistor AF116 monté en détecteur à super-réaction et un transistor AC125 monté en amplificateur BF.

L'accord s'effectue par la manœuvre du condensateur variable de 350 pF monté en parallèle avec la bobine d'accord et le dosage de la réaction par le truchement de la capacité variable de 100 pF.

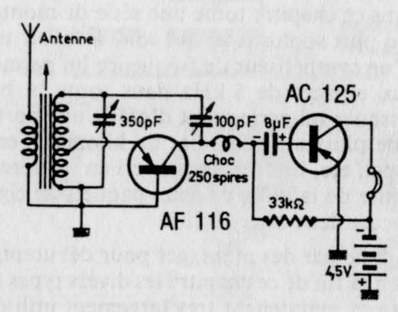


Fig. IV-2

Ce montage est excellent et permet une écoute très satisfaisante pour des stations proches, mais en raison de sa sensibilité il permet en outre de recevoir avec une bonne compréhensibilité les stations éloignées, en jouant avec soin sur la manœuvre de réaction.

Un récepteur encore plus élaboré, permettant en outre la réception sur hautparleur (*fig. 3*) comporte 3 transistors et son alimentation de 12 V permet d'augmenter la qualité de l'étage super-réaction et le gain en puissance de l'amplificateur de sortie.

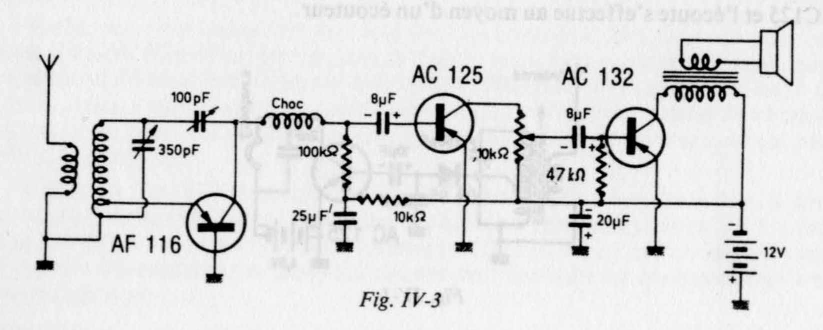


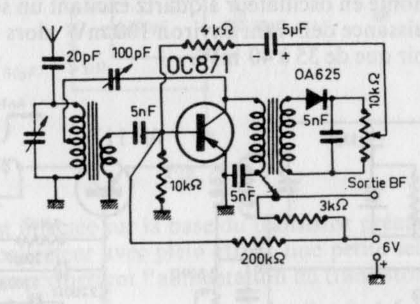
Fig. IV-3

Ce montage utilise un transistor AF116 en détecteur (même montage qu'en (2) un amplificateur de tension avec un AC125 (aucune différence si ce n'est qu'une résistance de charge remplace l'écouteur).

En fait, cette résistance de charge est constituée par un potentiomètre qui nous permet de doser le signal de commande de l'étage de sortie.

Le schéma ne pose aucun problème et la réalisation peu de difficultés.

A noter un circuit de réception qu'il est intéressant de connaître : le montage « reflex » ; un transistor OC871 est utilisé pour ce faire ; il y a effet d'amplification au sein du transistor. La réaction est renvoyée de la sortie collecteur sur la base par l'intermédiaire de la capacité variable de 100 pF (c'est un neutrodynage) et l'effet de contre-réaction est variable par le potentiomètre de 10 000 Ω qui réinjecte sur la base une partie du signal détecté (BF). La sortie BF est prélevée au point froid d'un primaire du transformateur de liaison transistor-diode OA625.



Ce montage « reflex » a une grande sensibilité et une très bonne sélectivité en ondes courtes ; il pourra avantageusement être utilisé sur des petits émetteurs-récepteurs portatifs.

Le schéma (*fig. 4*) est directement tiré du classique montage à tubes.

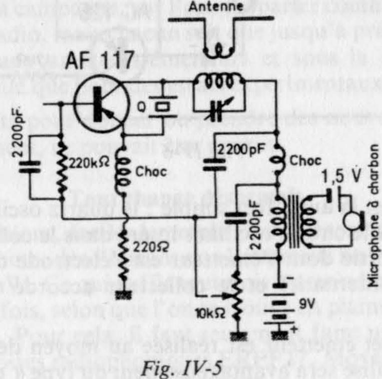


Fig. IV-5

En ce qui concerne les circuits d'émetteurs, le montage le plus simple (*fig. 5*) utilise un transistor AF117 qui est un oscillateur délivrant directement le signal au bobinage d'antenne qui est également le CO donnant la fréquence pilote. La modulation est obtenue au moyen d'un microphone à charbon qui nous donne à partir d'une pile de 1,5 V une tension suffisante pour moduler par le collecteur le transistor AF117. La manœuvre du potentiomètre de 10 000 Ω branché en parallèle avec la batterie de 9 V (2 piles de 4,5 V en série) règle la tension de base pour obtenir le meilleur rendement et la meilleure modulation possibles.

Il est à remarquer que l'on devra utiliser de préférence des capacités de 2 200 pF au mica ou à la céramique, et de même les résultats seront directement fonction de la qualité du circuit oscillant qui sera accordé sur la fréquence du quartz Q.

Un émetteur plus intéressant comportant trois transistors : le premier AC125 est utilisé en amplificateur de modulation (avec un microphone) ; un deuxième transistor AF117 est monté en oscillateur à quartz excitant un second AF117 monté en amplificateur de puissance délivrant environ 100 mW alors que notre précédent émetteur ne peut fournir que de 35 à 40 mW.

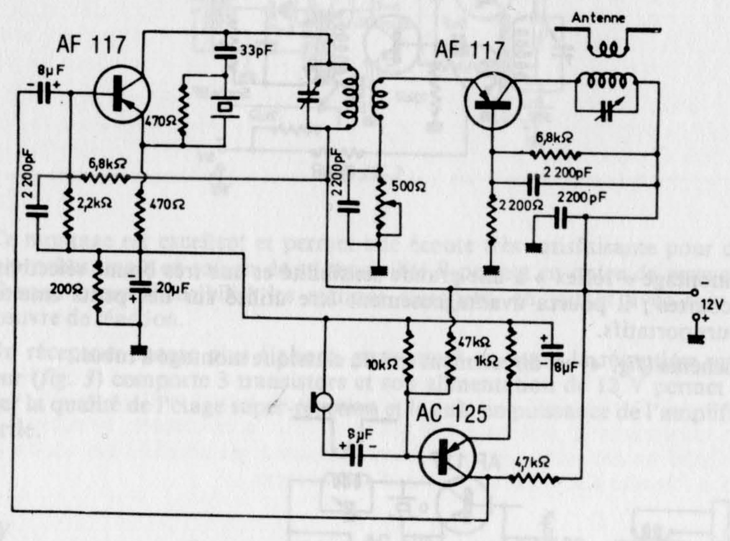


Fig. IV-6

Ce schéma (*fig. 6)* est là aussi fort simple ; le quartz oscillateur est monté entre collecteur et émetteur et le circuit oscillant inséré dans le collecteur fourni l'excitation au transistor de sortie dont l'émetteur est l'électrode de commande, la base étant à la masse (en alternatif) et le collecteur accordé par un CO couplé à l'antenne.

L'alimentation de cet émetteur est réalisée au moyen de deux piles de 6 V en série. Le microphone utilisé sera avantageusement du type « crystal ».

Enfin, un dernier type d'émetteur encore plus puissant (puissance de sortie de l'ordre de 500 mW utilise un AF117 en oscillateur-pilote à quartz, un second AF117 en pré-amplificateur et un 2N2194 (au silicium) en étage de sortie de puissance ; à noter que le 2N2194 est du type NPN et doit être alimenté en inverse par rapport aux AF117 (collecteur au positif donc à la masse).

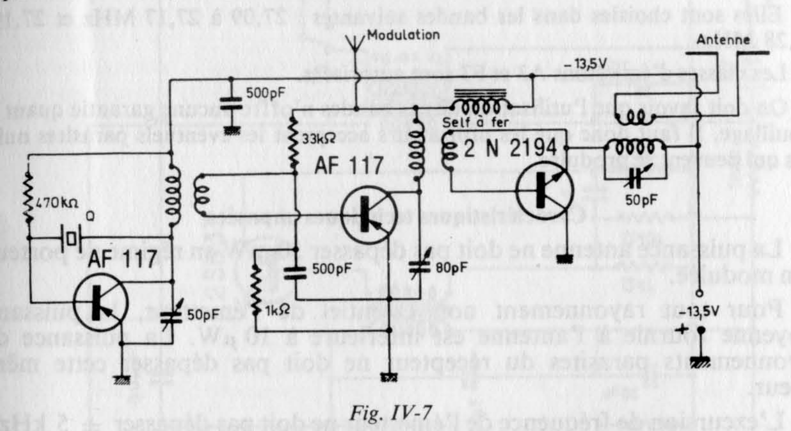


Fig. IV-7

La modulation est injectée sur la base du transistor préamplificateur à très faible dose, et sur son collecteur avec plein effet ; une petite self à fer évite le court-circuit de la BF tout en permettant l'alimentation du transistor.

L'alimentation est obtenue au moyen de trois piles de 4,5 V en série.

Téléphoner par radio

C'est, semble-t-il, le rêve de tous, qui peut enfin devenir réalité : douce ou amère, rester en contact avec qui bon vous semble et pouvoir où que l'on soit, chez soi, en déplacement, à la campagne, sur l'eau lui parler comme s'il était à côté. Certes, pour cela, il y a la radio, mais chacun sait que jusqu'à présent, une telle possibilité n'était offerte qu'aux amateurs-émetteurs et sous la seule conditions qu'il n'usent de cette possibilité que pour des essais expérimentaux sans plus.

Une liaison constante pour donner ou prendre des nouvelles ou mêmes un disque transmis intégralement, ne pouvait être permis.

Tout change désormais

Sous certaines conditions, faciles à remplir, il est désormais autorisé de communiquer d'un point à un autre dès l'instant que l'émetteur ne met pas en jeu une puissance supérieure à 50 mW. Ce qui suffit toutefois à atteindre des distances comprises entre 1 km et 15 parfois, selon que l'on se trouve en plaine, montage, ville, campagne, air ou sur l'eau. Pour cela, il faut seulement faire une demande de licence pour l'utilisation des postes radiophoniques ERPP27. Moyennant quoi et contre le

paiement d'une taxe annuelle radio-électrique modique par appareil, pour postes de puissance comprise entre 5 et 50 mW, et encore plus modique par appareil, pour les postes dont la puissance est égale ou inférieure à 5 mW.

Les fréquences assignées

Elles sont choisies dans les bandes suivantes : 27,09 à 27,17 MHz et 27,19 à 27,28 MHz.

Les classes d'émissions A3 et F3 sont autorisées.

On doit savoir que l'utilisation de ces bandes n'offre aucune garantie quant au brouillage. Il faut donc que les utilisateurs acceptent les éventuels parasites nuisibles qui peuvent se produire.

Caractéristiques techniques imposées

La puissance antenne ne doit pas dépasser 50 mW en régime de porteuse non modulée.

Pour tout rayonnement non essentiel de l'émetteur, la puissance moyenne fournie à l'antenne est inférieure à 10 μW. La puissance des rayonnements parasites du récepteur ne doit pas dépasser cette même valeur.

L'excursion de fréquence de l'émetteur ne doit pas dépasser ± 5 kHz.

Un exemple technique

Veut-on savoir ce que doit être un tel appareil, évidemment tout à la fois émetteur et récepteur ? Le schéma que voici l'illustre supérieurement. Nanti de trois semi-conducteurs, il est piloté par quartz et permet une assez bonne portée normale. Son alimentation par piles n'exige que 9 volts, ce qui semble parfaitement raisonnable. Il ne comporte que deux seules manœuvres : interrupteur arrêt-marche sur le potentiomètre de gain et Emission-Réception (*fig. 8*).

Un émetteur récepteur VHF de 0,5 W

A la demande de nombreux lecteurs nous publions à nouveau le schéma détaillé de cet émetteur avec toutes les valeurs des composants ainsi que le schéma du modulateur avec les points de raccordement à la platine « émetteur » et là encore toutes les valeurs.

A noter que cette chaîne d'émission est modulée en « Modulation de Fréquence ».

Ces précisions étant faites, voyons maintenant ce montage, il s'agit d'un walky-talky doté d'un récepteur VHF, d'un émetteur modulé en fréquence et d'un circuit d'appel du type « bip-bip ».

La présentation de l'ensemble (*fig. 9*) montre le coffret de forme moderne, facile à prendre à la main (forme d'un combiné téléphonique de lignes modernes), surmonté d'une antenne fouet de 50 cm recouverte de fibre de verre, avec une prise

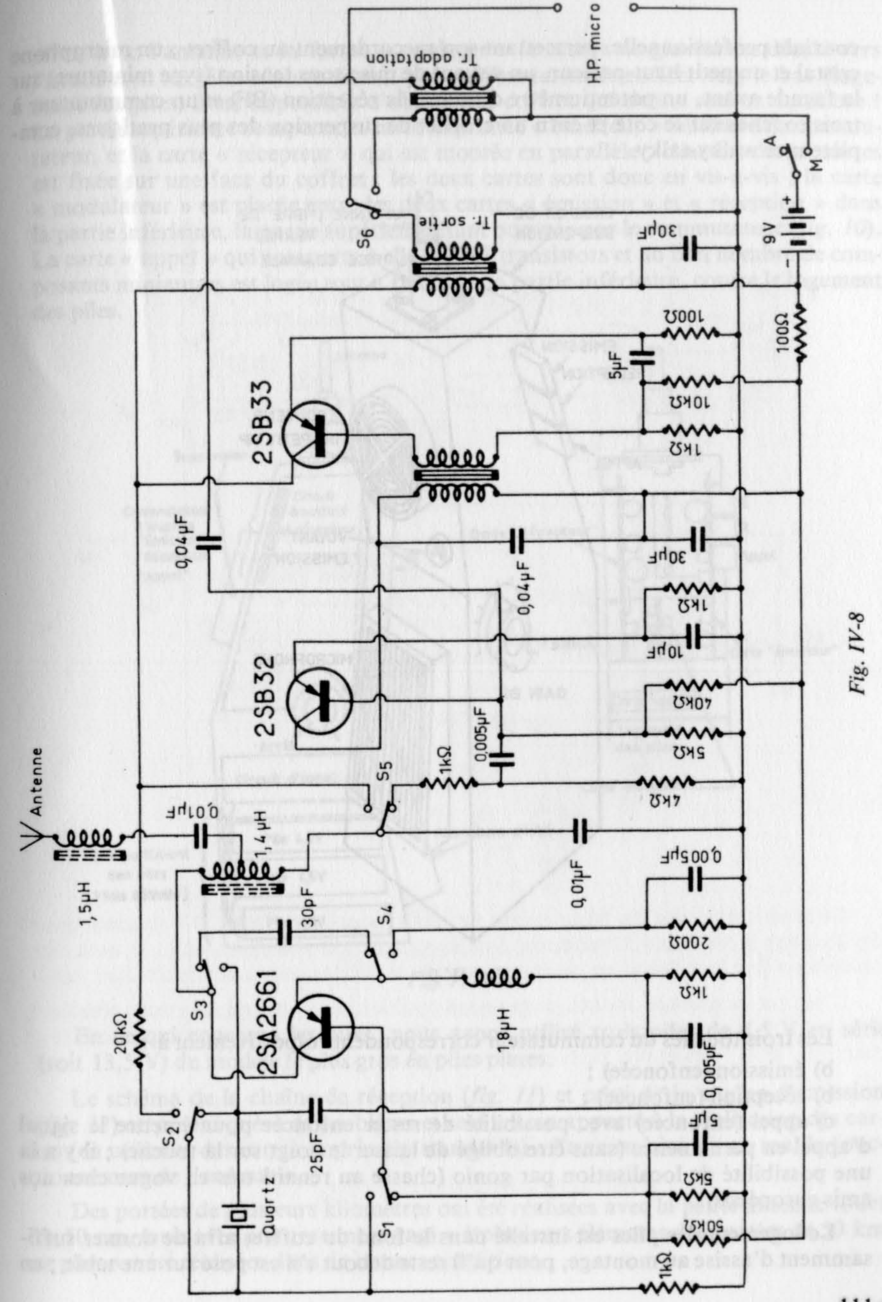


Fig. IV-8

coaxiale professionnelle, permettant son raccordement au coffret ; un microphone cristal et un petit haut-parleur, un voyant de mise sous tension (type miniature) sur la façade avant, un potentiomètre de gain à la réception (BF) et un commutateur à trois touches sur le côté et enfn un crochet de suspension des plus pratiques, complètent ce walky-talky.

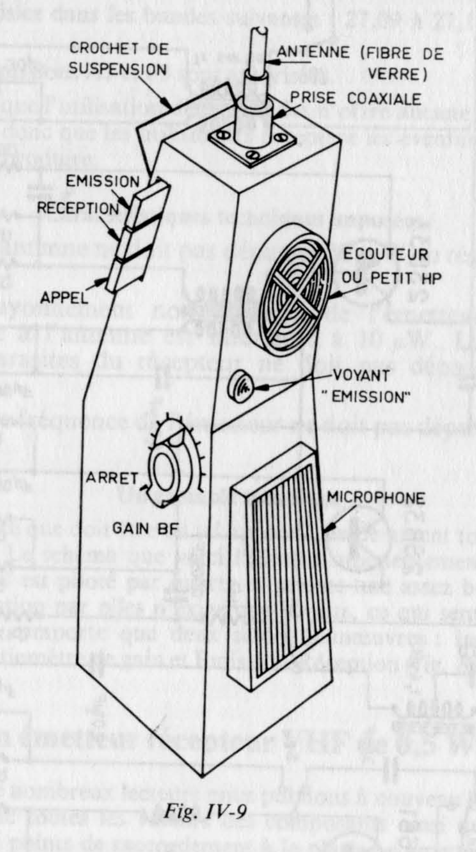


Fig. IV-9

Les trois touches du commutateur correspondent respectivement à :

b) émission (enfoncée) ;

b) réception (enfoncée) ;

c) appel (enfoncée) avec possibilité de rester enfoncée pour émettre le signal d'appel en permanence (sans être obligé de laisser le doigt sur la touche) ; il y a là une possibilité de localisation par gonio (chasse au renard très en vogue chez nos amis européens).

Le logement des piles est installé dans le fond du coffret afin de donner suffisamment d'assise au montage, pour qu'il reste debout s'il est posé sur une table ; en

effet, avec l'antenne et la forme « moderne » le centre de gravité est décalé vers l'avant et si les piles n'alourdissent pas suffisamment le coffret vers le bas (logement des piles) il est impossible d'obtenir un coffret qui tienne seul en équilibre ! La partie supérieure comporte la carte imprimée « émetteur » solidaire du commutateur, et la carte « récepteur » qui est montée en parallèle ; chacune de ces cartes est fixée sur une face du coffret ; les deux cartes sont donc en vis-à-vis ; la carte « modulateur » est placée entre les deux cartes « émission » et « réception » dans la partie inférieure, la partie supérieure étant occupée par le commutateur (*fig. 10*). La carte « appel » qui comporte à elle seule 6 transistors et un bon nombre de composants miniatures est logée tout à fait dans la partie inférieure, contre le logement des piles.

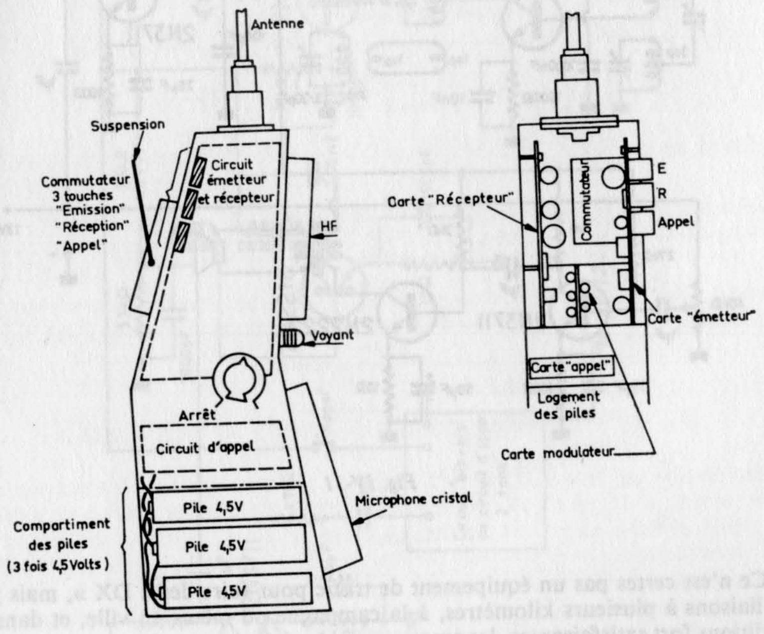


Fig. IV-10

En ce qui concerne les piles, nous avons utilisé trois piles de 4,5 V en série (soit 13,5 V) du modèle le plus gros en piles plates.

Le schéma de la chaîne de réception (*fig. 11*) et celui de la chaîne d'émission (*fig. 12*) ne posent guère de problème et seul le soin apporté à la réalisation des cartes (en utilisant des cartes imprimées standards) affecte en bien ou en mal le fonctionnement de l'ensemble.

Des portées de plusieurs kilomètres ont été réalisées avec la petite antenne fouet de 50 cm, mais avec une antenne « yagi » à plusieurs éléments des portées de 50 km et plus ont été réalisées dans de bonnes conditions.

Afin de stabiliser la fréquence, nous avons fait deux modifications : la première consiste à utiliser un quartz de 72 MHz dans l'étage pilote et la seconde consiste à insérer un étage supplémentaire entre le pilote et l'étage de sortie. La modulation s'effectue en « FM » à bande étroite.

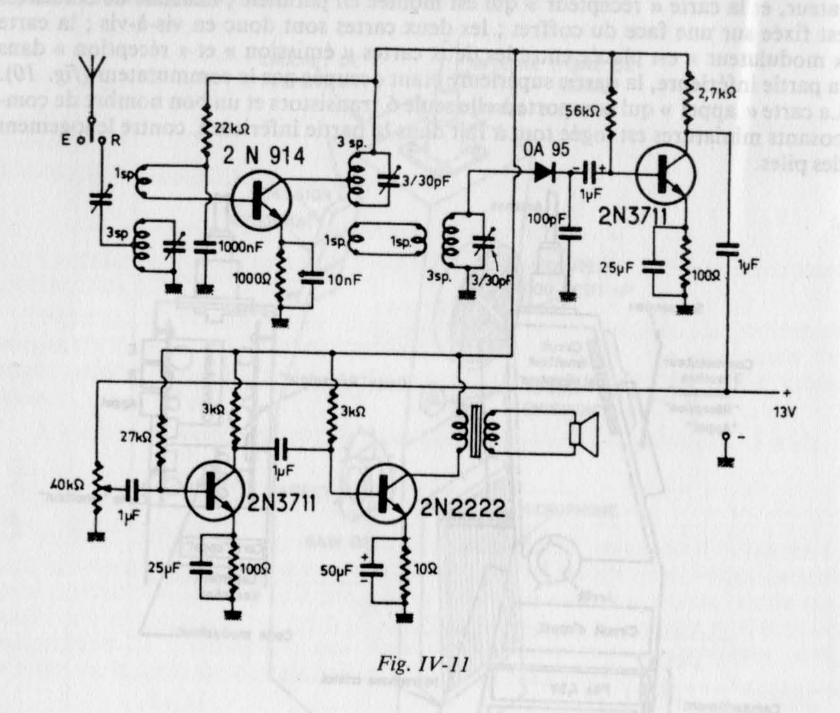


Fig. IV-11

Ce n'est certes pas un équipement de trafic pour faire des « DX », mais pour des liaisons à plusieurs kilomètres, à la campagne ou même en ville, et dans des conditions fort satisfaisantes, les amateurs qui le réaliseront ne le regretteront pas !

C'est sur ce premier montage que nous souhaitons à tous de très bons résultats avec les semi-conducteurs qui savent être parfois des petites bêtes très capricieuses, mais qui, dans l'ensemble, nous apportent bien des satisfactions !

Un émetteur de 1 watt pour trafic OM avec son modulateur (fig. 13)

La chaîne d'émission utilise 1 AF116 qui peut être excité par un quartz ou par un V.F.O. (sortie sur 50 Ω) délivrant un signal sous 12 MHz.

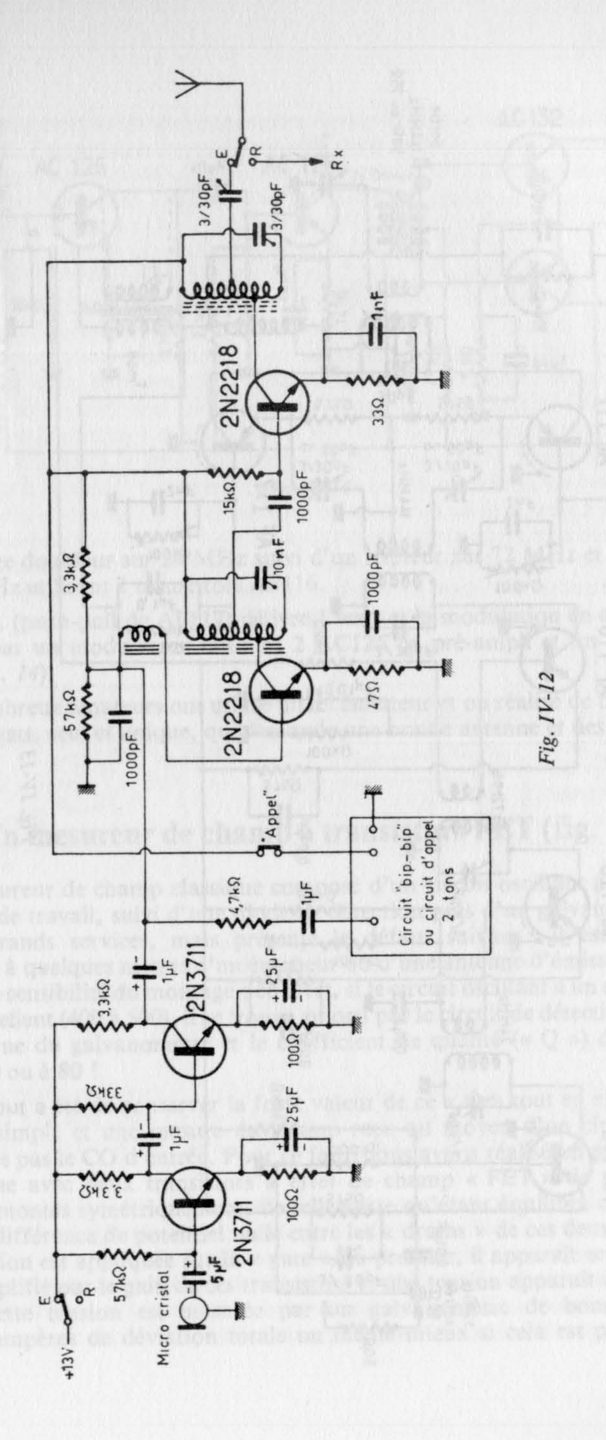


Fig. IV-12

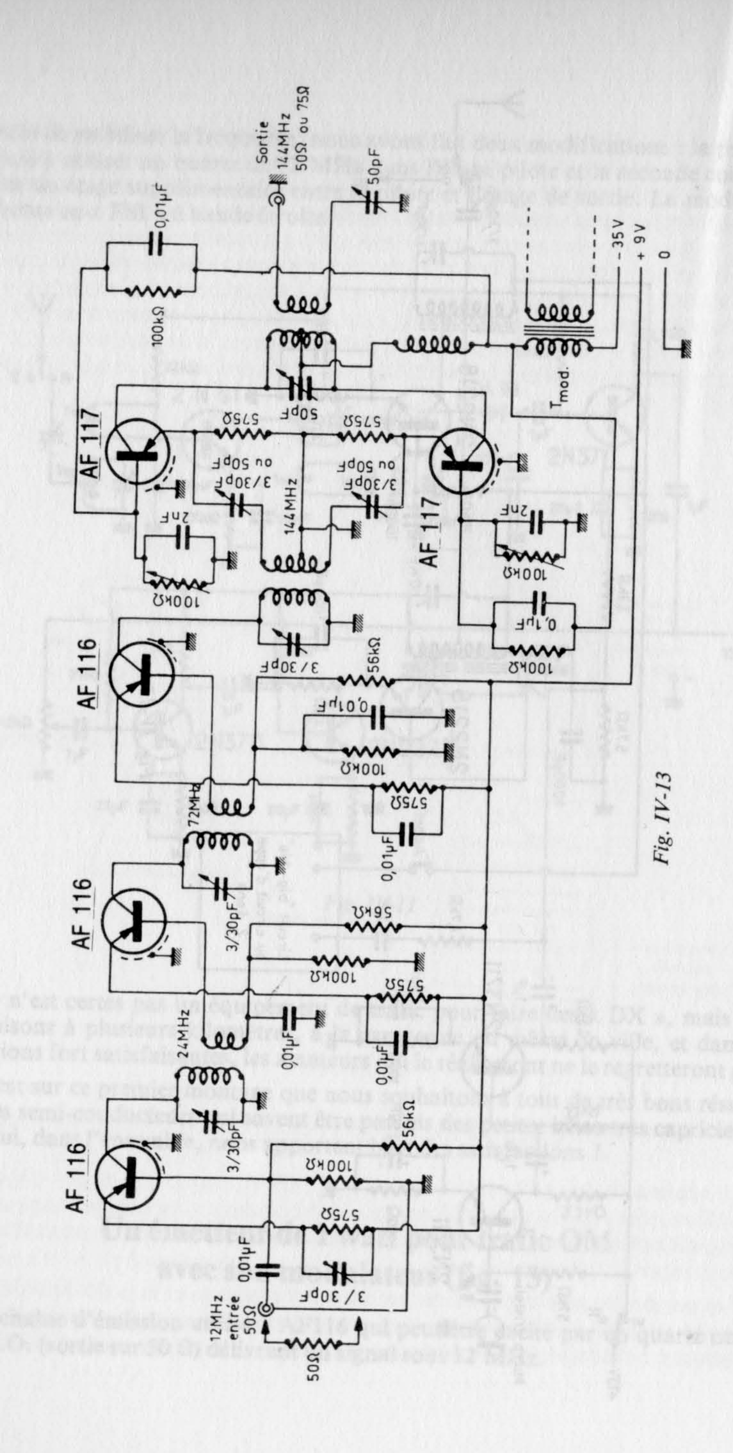


Fig. IV-13

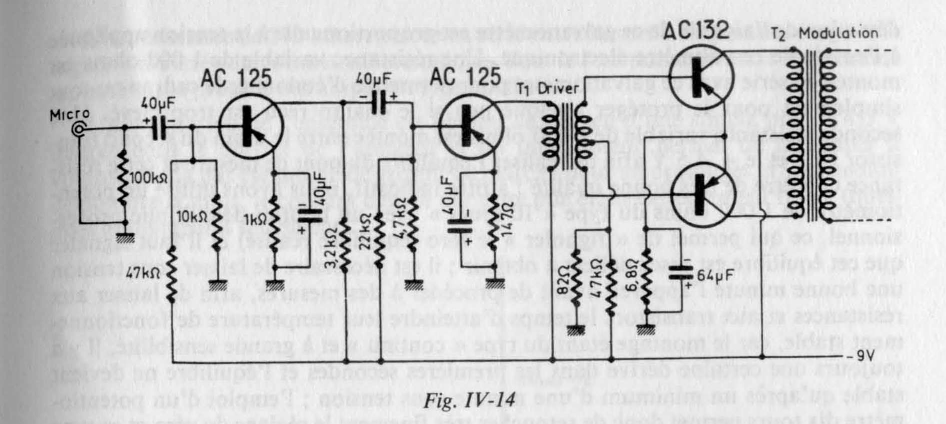


Fig. IV-14

Un étage doubleur sur 24 MHz suivi d'un tripleur sur 72 MHz et un doubleur sur 144 MHz utilisant 2 transistors AF116.

Le P.A. (push-pull de AF117) délivre 1 watt et la modulation en amplitude est effectuée par un modulateur utilisant 2 AC125 en pré-ampli et un push-pull de AC132 (*fig. 14*).

De nombreux amateurs ont utilisé un tel émetteur et on réalisé de belles liaisons malgré le watt, seul et unique, qui demande une bonne antenne et des réglages soignés.

Un mesureur de champ à transistors FET (fig. 15)

Le mesureur de champ classique composé d'un circuit oscillant accordé sur la fréquence de travail, suivi d'une diode de détection puis d'un galvanomètre, rend les plus grands services, mais présente le défaut suivant : il est difficile de l'employer à quelques mètres d'un émetteur ou d'une antenne d'émission en raison de la faible sensibilité du montage ; en effet, si le circuit oscillant a un coefficient de qualité excellent (400 à 500), il se trouve amorti par le circuit de détection et la résistance interne du galvanomètre et le coefficient de qualité (« Q ») de l'ensemble tombe à 50 ou à 80 !

Notre but a été de conserver la forte valeur de ce « Q » tout en effectuant une détection simple et une mesure du champ reçu au moyen d'un circuit tel qu'il n'amortisse pas le CO d'entrée. Pour ce faire nous avons réalisé un petit voltmètre électronique avec deux transistors à effet de champ « FET » de type EC301B (canal N) montés symétriquement, de telle sorte qu'étant équilibré ce circuit présente une différence de potentiel nulle entre les « drains » de ces deux transistors ; si une tension est appliquée sur la « gate » du premier, il apparaît un déséquilibre qui est amplifié par le gain de ces transistors et une tension apparaît entre les deux drains. Cette tension est mesurée par un galvanomètre de bonne sensibilité (50 microampères de déviation totale ou même mieux si cela est possible) et la

déviation de l'aiguille de ce galvanomètre est proportionnelle à la tension appliquée à l'entrée de ce voltmètre électronique. Une résistance variable de 1 000 ohms est montée en série avec ce galvanomètre pour permettre d'étalonner le cadran ou tout simplement pour le protéger quelque peu si le champ reçu est trop élevé. Une seconde résistance variable de 1 000 ohms est montée entre le drain du second transistor FET et le + 4,5 V afin de réaliser l'équilibre du pont de mesure et cette résistance doit être de très bonne qualité ; à titre indicatif, nous avons utilisé un potentiomètre de 1 000 ohms du type « 10 tours » avec un bouton démultiplié professionnel, ce qui permet de « fignoler » le zéro (équilibre réalisé) et il faut signaler que cet équilibre est assez délicat à obtenir ; il est nécessaire de laisser sous tension une bonne minute l'appareil avant de procéder à des mesures, afin de laisser aux résistances et aux transistors le temps d'atteindre leur température de fonctionnement stable, car le montage étant du type « continu » et à grande sensibilité, il y a toujours une certaine dérive dans les premières secondes et l'équilibre ne devient stable qu'après un minimum d'une minute sous tension ; l'emploi d'un potentiomètre dix tours permet donc de retoucher très finement le réglage du zéro et ce type de potentiomètre procure moins de crachements ou de mauvais contacts que tout autre type de potentiomètre. Nous avons employé un galvanomètre de 38 microampères de déviation totale, avec un cadran de 10 cm de large et les mesures obtenues sont à la fois très sensibles et très sélectives.

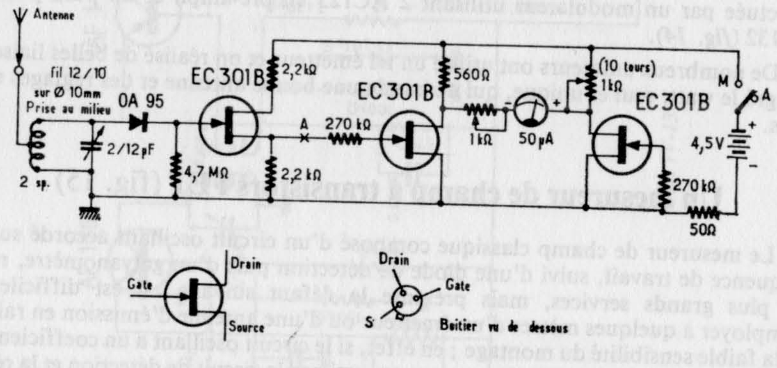


Fig. IV-15

Le circuit oscillant est réalisé (bande 144 MHz) au moyen d'une bobine de 2 spires de fil de cuivre de 12/10 mm sur un diamètre de 10 mm, soudées directement aux bornes du CV (stéatite 2/12 pF) et la prise d'antenne est soudée au milieu de cette bobine.

Une diode OA95 (germanium) est soudée directement sur la bobine et le transistor FET d'entrée EC301B est placé très près avec sa résistance de gate de 4,7 mégohms, ce qui lui confère une très forte impédance d'entrée, qui n'amortit pas du tout le « Q » du circuit oscillant ; le but recherché est donc atteint. Deux résistances de 2,2 kΩ sont utilisées en polarisation de source et charge de drain et la tension de sortie est prélevée sur la source de ce transistor FET.

Une résistance de 270 kΩ est placée en série entre la sortie du premier étage et la « gate » d'entrée du voltmètre électronique. Tout le fonctionnement de cette chaîne est basé sur le procédé des amplis de type continu.

L'alimentation de l'ensemble est obtenu au moyen d'une simple pile de 4,5 V insérée dans le coffret de l'appareil et un interrupteur permet de la couper à volonté. Il n'a pas été monté de voyant de marche pour en prolonger la vie pendant de nombreux mois, le courant délivré par cette pile étant extrêmement faible (quelques milliampères seulement).

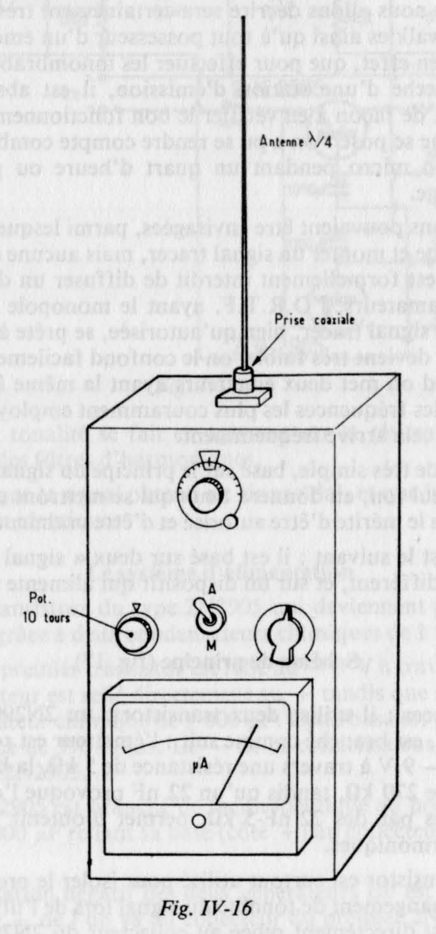


Fig. IV-16

La présentation du coffret est directement fonction du galvanomètre dont on peut disposer : un coffret de dimensions 220 × 120 × 80 mm convient parfaitement pour un microampèremètre de bonnes dimensions comme cela a été notre

cas ! Un CV de très bonne qualité doit être utilisé et sa commande au moyen d'un bouton-cadran à démultiplicateur est recommandé (*fig. 16*).

Enfin la prise d'antenne doit être à faibles pertes et l'antenne a été réalisée au moyen d'une corde à piano de 50 cm de long.

Un générateur deux tons

Le montage que nous allons décrire sera certainement très utile à tous les possesseurs de talkies-walkies ainsi qu'à tout possesseur d'un émetteur quel qu'il soit. On a pu constater, en effet, que pour effectuer les innombrables réglages nécessaires à la bonne marche d'une station d'émission, il est absolument obligatoire d'émettre un signal, de façon à en vérifier le bon fonctionnement sur le récepteur. Mais là, un problème se pose : on a pu se rendre compte combien il était fastidieux de parler devant un micro pendant un quart d'heure ou plus pour permettre d'effectuer un réglage.

Plusieurs solutions pouvaient être envisagées, parmi lesquelles on avait le choix entre passer un disque et monter un signal tracer, mais aucune de ces solutions n'est satisfaisante : 1° il est formellement interdit de diffuser un disque sur une bande réservée aux radio-amateurs, l'O.R.T.F. ayant le monopole de telles émissions ; 2° l'utilisation d'un signal tracer, bien qu'autorisée, se prête à bien des confusions car lorsque le signal devient très faible, on le confond facilement avec l'accrochage qui se produit quand on met deux émetteurs ayant la même fréquence en marche simultanément ; or les fréquences les plus couramment employées ne sont pas tellement nombreuses et cela arrive fréquemment.

Il existe un remède très simple, basé sur le principe du signal tracer, mais qui, au lieu de donner un seul ton, en donnera deux qui se mettront en marche l'un après l'autre. Ce système a le mérite d'être autorisé et d'être vraiment facile à réaliser.

Le principe en est le suivant : il est basé sur deux « signal tracer » qui produisent chacun un son différent, et sur un dispositif qui alimente alternativement l'un ou l'autre.

Schéma de principe (fig. 17)

1) Le signal tracer : il utilise deux transistors, un 2N2905 et un AC125. Le 2N2905, oscillateur, est branché comme suit : l'émetteur est relié au + 9 V, le collecteur est relié au — 9 V à travers une résistance de 5 kΩ, la base est polarisée vers le collecteur par une 270 kΩ, tandis qu'un 22 nF provoque l'oscillation. Une série de filtres, composés par des 22 nF-5 kΩ, permet d'obtenir une modulation très pure, exempte d'harmoniques.

Le deuxième transistor est surtout utilisé pour isoler le premier, ceci afin de ne pas provoquer de changement de tonalité du signal lors de l'utilisation sur tel ou tel appareil. Sa base est directement reliée au collecteur du 2N2905, le collecteur est relié au — 9 V, l'émetteur au + 9 V à travers une résistance de 5 kΩ. La sortie de la modulation se fait entre le collecteur du AC125 et son émetteur, à travers un condensateur de 0,1 μF.

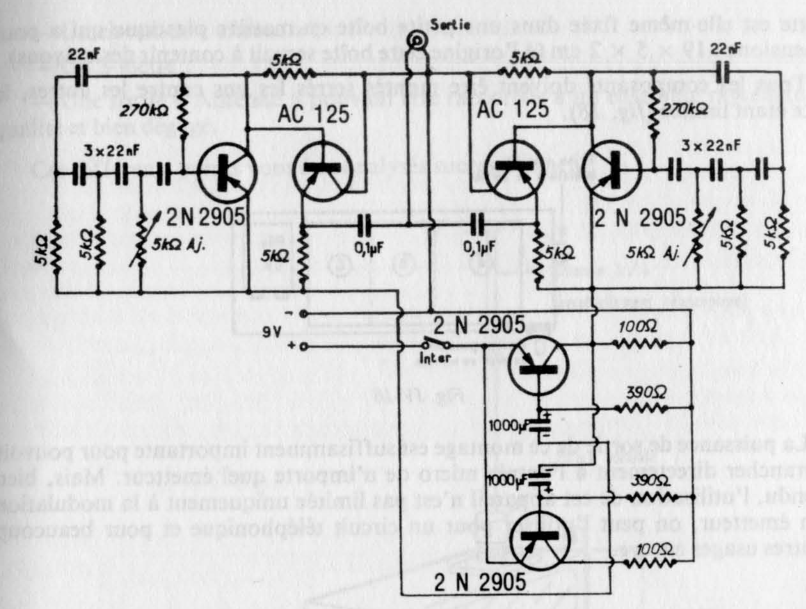


Fig. IV-17

Le réglage de la tonalité se fait en agissant sur la résistance ajustable qui se trouve dans la série des filtres d'harmoniques.

Signalons enfin que le signal obtenu est sinusoïdal, et que bien entendu les deux « signal tracer » sont identiques.

Le système d'alimentation

Il utilise deux transistors du type 2N2905 qui deviennent alternativement passant et non passant grâce à deux condensateurs chimiques de 1 000 μF.

Le collecteur du premier transistor est relié au — 9 V à travers une résistance de 100 ohms, son émetteur est relié directement au + tandis que sa base attaque le + du premier condensateur chimique de 1 000 μF. Cette base est polarisée vers le — à travers une résistance de 390 ohms. Le — de ce condensateur chimique va au collecteur du deuxième 2N2905.

Le deuxième 2N2905 est branché de façon identique au premier. Un condensateur chimique de 1 000 μF reliant sa base (côté +) au collecteur du premier transistor.

Le pôle d'alimentation négatif des deux générateurs BF est relié directement au — 9 V tandis que le + de l'un va au collecteur du premier 2N2905 et que le + de l'autre va au collecteur du deuxième 2N2905.

L'ensemble du montage est fixé sur une plaquette de bakélite perforée, les fils des composants passant à travers les trous et étant soudés par le dessous. Cette pla-

quette est elle-même fixée dans une petite boîte en matière plastique qui a pour dimensions : 19 × 5 × 2 cm (à l'origine cette boîte servait à contenir des crayons).

Tous les composants doivent être montés serrés les uns contre les autres, la place étant limitée (*fig. 18*).

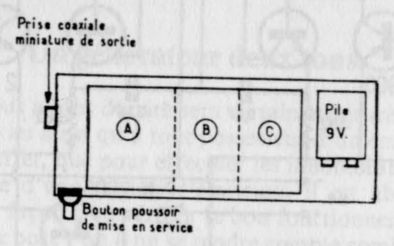


Fig. IV-18

La puissance de sortie de ce montage est suffisamment importante pour pouvoir se brancher directement à l'entrée micro de n'importe quel émetteur. Mais, bien entendu, l'utilisation de cet appareil n'est pas limitée uniquement à la modulation d'un émetteur, on peut l'utiliser pour un circuit téléphonique et pour beaucoup d'autres usages encore.

Réalisation d'un walky-talky longue portée

Il a été réalisé un émetteur-récepteur 144 MHz de 5 W, à grande portée (80 km en terrain dégagé) sous la présentation « walky-talky ».

Performances

La portée est de 80 km en utilisant l'antenne fouet montée directement sur le coffret (*fig. 19*) ; cette portée est augmentée considérablement par l'emploi d'une antenne à éléments, placée au faîte d'un pylône ; dans ce cas, des liaisons de 150 à 300 km seront possibles dans de bonnes conditions et avec un niveau parasite réduit. Pour un walky-talky, voilà de quoi faire quelque peu rêver !

Caractéristiques de l'ensemble

— Un récepteur à *double* changement de fréquence (sensibilité meilleure que 0,6 μV pour un rapport signal sur bruit de fond de 10 dB) ;

— Un circuit d'antenne accordé avec soin (coefficient de qualité élevé) ;

— Un double pilotage par quartz de la chaîne de réception ;

— Un émetteur délivrant 5 W et modulé à 100 % par un amplificateur BF de 3 W efficaces ;

— Une alimentation incorporée par batteries cadmium-nickel rechargeables ;

— Un signal d'appel ;

— Deux canaux de trafic (fréquence dans la bande des 144 MHz) au choix ;

— Un circuit de « silence » ;

— Un S-mètre ;

— Une sortie « Antenne » pouvant être raccordée à un ensemble rayonnant de qualité et bien dégagé.

Ces différents points vont être analysés successivement.

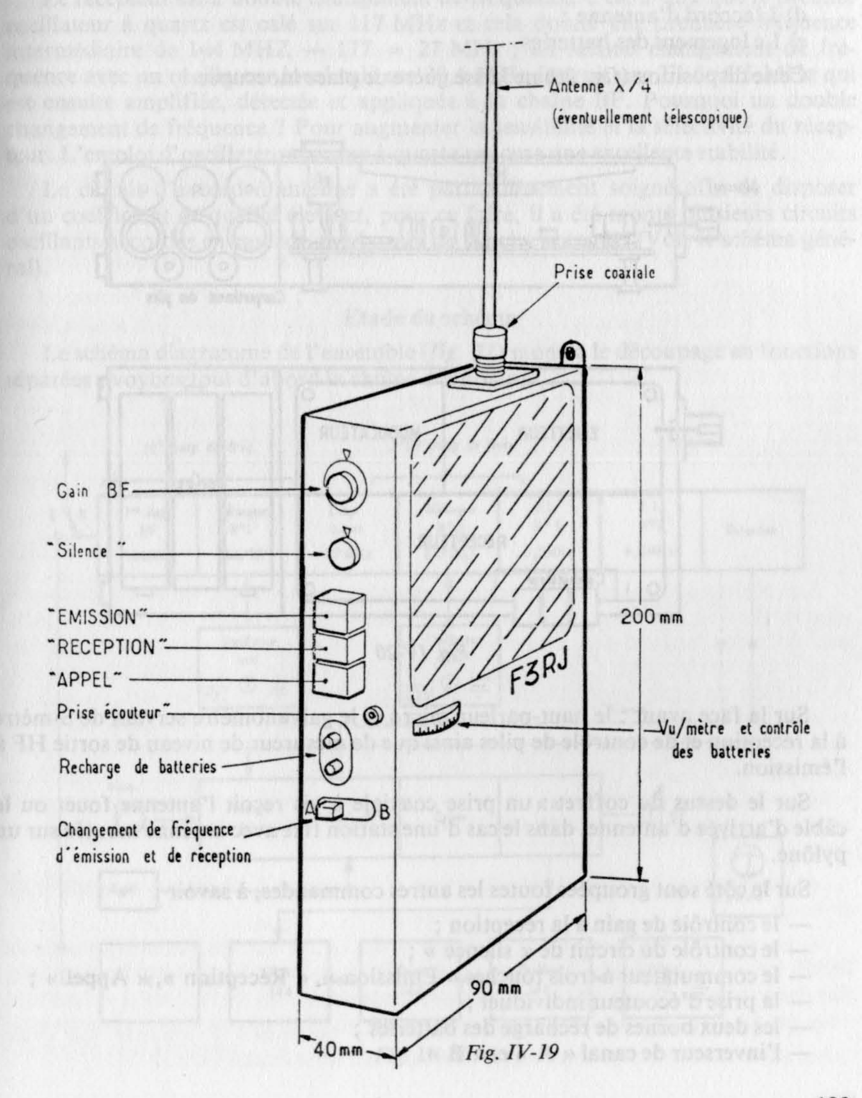


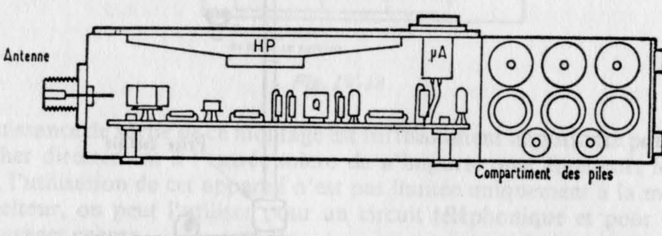
Fig. IV-19

Présentation de l'appareil

La *figure 19* montre un coffret de dimensions réduites (40 × 90 × 200 mm) comprenant :

a) La chaîne d'émission ;
b) La chaîne de réception ;
c) La chaîne d'amplification BF ;
d) L'accord d'antenne ;
e) Le logement des batteries.

Cette disposition (*fig. 20*) ne laisse guère de place inoccupée !



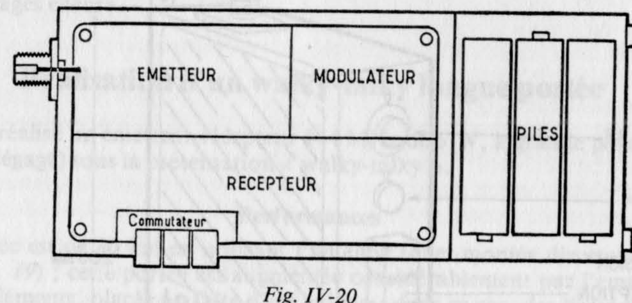


Fig. IV-20

Sur la face avant : le haut-parleur-micro et le galvanomètre servant de S-mètre à la réception et de contrôle de piles ainsi que de mesureur de niveau de sortie HF à l'émission.

Sur le dessus du coffret : un prise coaxiale à vis reçoit l'antenne fouet ou le câble d'arrivée d'antenne, dans le cas d'une station fixe avec antenne montée sur un pylône.

Sur le côté sont groupées toutes les autres commandes, à savoir :

— le contrôle de gain à la réception ;
— le contrôle du circuit de « silence » ;
— le commutateur à trois touches « Emission », « Réception », « Appel » ;
— la prise d'écouteur individuel ;
— les deux bornes de recharge des batteries ;
— l'inverseur de canal « A » et « B ».

Toute la partie inférieure du coffret reçoit les batteries.

Un circuit imprimé unique, monté sur des entretoises, reçoit à son tour l'ensemble des composants et les raccordements aux prises, potentiomètres et commutateur.

Le haut-parleur sert à la fois de micro à l'émission et de H.-P. à la réception.

Le récepteur est à double changement de fréquence, c'est-à-dire que le premier oscillateur à quartz est calé sur 117 MHz et cela donne une première fréquence intermédiaire de 144 MHZ — 177 = 27 MHz ; un second changement de fréquence avec un oscillateur local calé sur 20,5 MHz fournit une FI de 6,5 MHz qui est ensuite amplifiée, détectée et appliquée à la chaîne BF. Pourquoi un double changement de fréquence ? Pour augmenter la sensibilité et la sélectivité du récepteur. L'emploi d'oscillateurs locaux à quartz procure une excellente stabilité.

Le circuit d'accord d'antenne a été particulièrement soigné afin de disposer d'un coefficient de qualité élevé et, pour ce faire, il a été monté plusieurs circuits oscillants accordés en cascade aux bornes de la prise antenne. (Voir le schéma général).

Etude du schéma

Le schéma diagramme de l'ensemble (*fig. 21*) montre le découpage en fonctions séparées ; voyons tout d'abord la chaîne d'émission.

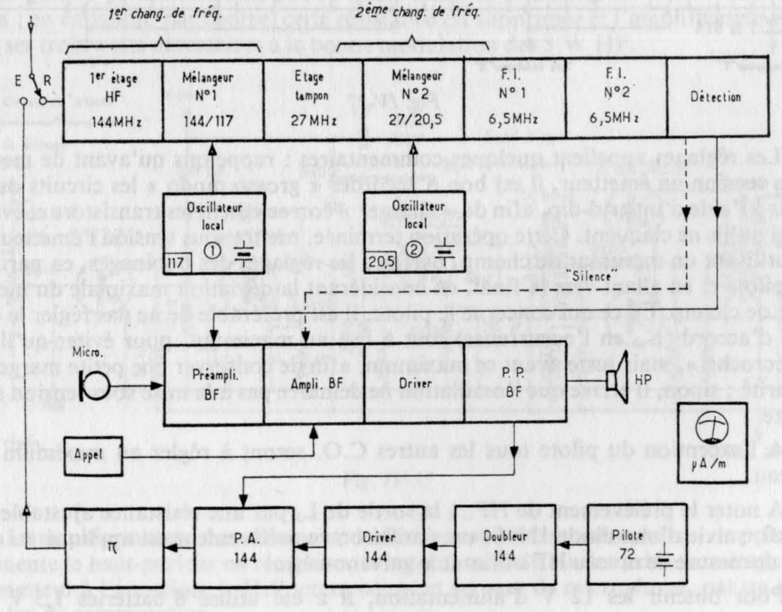


Fig. IV-21

Celle-ci (*fig. 22)* ne pose pas de gros problèmes ; un étage pilote (transistor 2N2222) en boîtier miniature TO18) avec deux quartz (un par canal) sur 72 MHz excite un doubleur sur 144 MHz équipé d'un 2N2218 en boîtier TO5 ; ce dernier alimente à son tour le driver (BLY61) qui fournit environ 1 W pour exciter l'étage de sortie BLY62 (puissance 5 W) monté sur un petit radiateur. La modulation d'amplitude est appliquée à l'étage driver et au final afin de pouvoir moduler efficacement à 100 %. En ce qui concerne les bobinages de la chaîne d'émission, à l'exception de L_2, L_6, L_8 et L_{10} qui sont réalisées sur mandrins miniatures à noyau plongeur vissé, toutes les autres bobines de l'émetteur sont « sur air » ; les caractéristiques de ces différents bobinages sont indiquées sur le schéma (*fig. 22*).

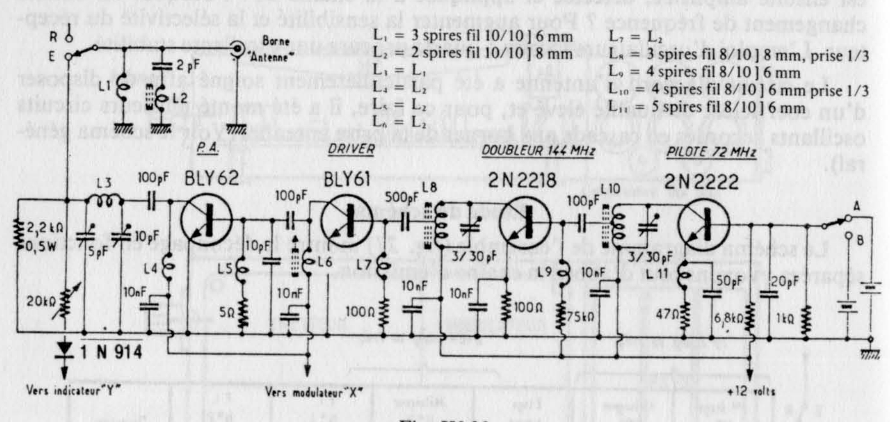


Fig. IV-22

Les réglages appellent quelques commentaires : rappelons qu'avant de mettre sous tension un émetteur, il est bon d'accorder « grosso modo » les circuits oscillants à l'aide d'un grid-dip, afin de « charger » correctement les transistors et éviter ainsi qu'ils ne claquent. Cette opération terminée, mettre sous tension l'émetteur et en utilisant un mesureur de champ, parfaire les réglages des bobinages, en partant du pilote et en allant vers le final, en considérant la déviation maximale du mesureur de champ. En ce qui concerne le pilote, il est préférable de ne pas régler le circuit d'accord (L_{10} en l'occurrence) tout à fait au maximum, pour éviter qu'il ne « décroche », mais juste avant ce maximum, afin de conserver une petite marge de sécurité ; sinon, il arrive que l'oscillation ne démarre pas à la mise sous tension suivante.

A l'exception du pilote tous les autres C.O. seront à régler au maximum de niveau.

A noter le prélèvement de HF, à la sortie de L_3 par une résistance ajustable de 20 kΩ, suivie d'une diode 1N914 ou similaire ; ce prélèvement est appliqué au circuit de mesure de niveau HF utilisant le galvanomètre.

Pour obtenir les 12 V d'alimentation, il a été utilisé 8 batteries 1,5 V au cadmium-nickel rechargeables. Huit fois 1,5 V en série donne bien 12 V !

Voyons maintenant la chaîne basse fréquence :

Celle-ci comporte tout d'abord un transistor 2N3711 (circuit de « silence »), puis un préamplificateur de tension (2N3711), un driver (2N2222) et un push-pull équipé de deux 2SB463 qui sont des PNP d'origine japonaise et qui constituent l'étage amplificateur de puissance (3 W) BF. En quoi consiste ce circuit de silence ? En voici la réponse : lorsqu'il n'y a pas de signal reçu suffisamment fort sur le canal en fonctionnement, et pour éviter d'entendre le souffle et les parasites de la bande, le préampli BF est « bloqué » par le circuit de silence et le récepteur est muet ; par contre, dès qu'un signal est reçu, la chaîne FI transmet une tension qui est amplifiée par le premier 2N3711 qui vient débloquer le préampli BF et le récepteur fonctionne correctement et l'écoute devient normale. Le dosage au moyen d'un potentiomètre marqué « silence » de 50 000 ohms du seuil de déclenchement (ou de déblocage du préampli BF, ce qui revient au même) permettra, soit d'entendre le souffle de la bande, en dehors de tout signal, soit d'avoir le silence et de ne le rompre que pour des émissions puissantes, soit enfin de le rompre pour toute émission même faible ; c'est ce dosage qui est accessible au moyen de la commande extérieure marquée « silence ».

Le second 2N3711 reçoit l'entrée du signal BF à amplifier c'est-à-dire le signal de détection (en réception) ou le signal du micro (en émission) ou enfin le signal d'appel (également sur la position « émission »). Le dosage du gain BF s'effectue à la réception par un potentiomètre de 5 kΩ ; par contre, à l'émission, le gain de l'ampli BF reste constant. Une thermistance assure la stabilité de la polarisation du push-pull BF et une résistance de 10 ohms limite la puissance BF à 2 W en réception ; en émission, par contre, cette résistance est supprimée et l'amplificateur délivre ses trois watts nécessaires à la bonne modulation des 5 W HF.

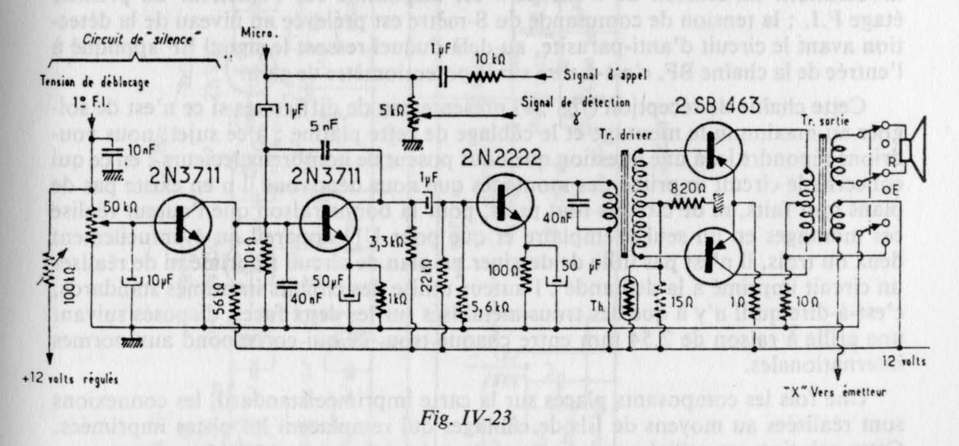


Fig. IV-23

Le transformateur de sortie possède deux enroulements secondaires : le premier alimente le haut-parleur en réception, le second module les deux derniers étages de l'émetteur à l'émission, le H.P. étant coupé et servant de microphone, par un simple jeu de commutation.

Le signal d'appel est injecté au même endroit que le micro, au travers d'un circuit RC (1 μF et 10 kΩ) ; il s'ensuit que sur la position « Appel », on entend dans le H.P. la modulation du signal d'appel qui est envoyé ; c'est donc là un contrôle utile.

Lorsque le H.P. est utilisé en microphone, un petit transformateur élévateur d'impédance est employé afin d'obtenir une tension suffisante pour exciter le préampli 2N3711.

Le schéma de la chaîne BF (*fig. 23*) montre la simplicité du montage.

Le récepteur

Voyons maintenant le schéma du récepteur (*fig. 24*).

Des transistors 2N930 sont utilisés pour les étages : ampli HF, mélangeur 144/147, étage tampon, mélangeur 27/20,5, FI n° 1 et FI n° 2 et des transistors 2N914 pour les deux oscillateurs locaux sur 177 MHz et 20,5 MHz.

Les bobinages ont été réalisés sur des petits mandrins de diamètre 5 mm avec du fil de cuivre nu de diamètre 8/10 de mm ; un noyau en ferrite permet de caler les bobinages sur la bonne fréquence.

Pour changer de fréquence de réception il suffit de changer le quartz du premier oscillateur local, et c'est tout ! Deux quartz équiperont donc cet oscillateur et en manœuvrant l'inverseur de canal, l'un ou l'autre sera mis en service.

Un filtre mécanique (que l'on rencontre dans les bons récepteurs de trafic) permet de limiter l'excursion en fréquence à la bande dite téléphonique « 300 Hz-3 000 Hz », ce qui est largement suffisant pour une bonne compréhension de la modulation. La tension de « silence » est disponible sur l'émetteur du premier étage F.I. ; la tension de commande du S-mètre est prélevée au niveau de la détection avant le circuit d'anti-parasite, au-delà duquel ressort le signal BF appliqué à l'entrée de la chaîne BF, c'est-à-dire sur le potentiomètre de gain.

Cette chaîne de réception (*fig. 24*) présente peu de difficultés si ce n'est de soigner au maximum le montage et le câblage de cette platine ; à ce sujet, nous voudrions répondre ici à une question que nous posent de nombreux lecteurs : en ce qui concerne le circuit imprimé des montages que nous décrivons il n'en existe pas de plans tout faits, ni de circuits tout prêts, pour la bonne raison que l'auteur réalise ces montages en un seul exemplaire et que pour UN appareil ou éventuellement deux ou trois, il n'est pas utile de dessiner un plan de circuit imprimé ni de réaliser un circuit imprimé à la demande ; l'auteur utilise des circuits imprimés standards, c'est-à-dire qu'il n'y a que des trous métallisés sur les deux faces, disposés suivant une grille à raison de 2,54 mm entre chaque trou, ce qui correspond aux normes internationales.

Une fois les composants placés sur la carte imprimée standard, les connexions sont réalisées au moyens de fils de câblages qui remplacent les pistes imprimées. Cette solution est utilisée couramment dans les laboratoires d'électronique pour monter des prototypes et le circuit imprimé final est ensuite, et seulement ensuite, dessiné d'après ce modèle lorsque les essais sont satisfaisants. Voilà pourquoi les plans de circuits imprimés n'existent généralement pas pour les appareils que nous décrivons.

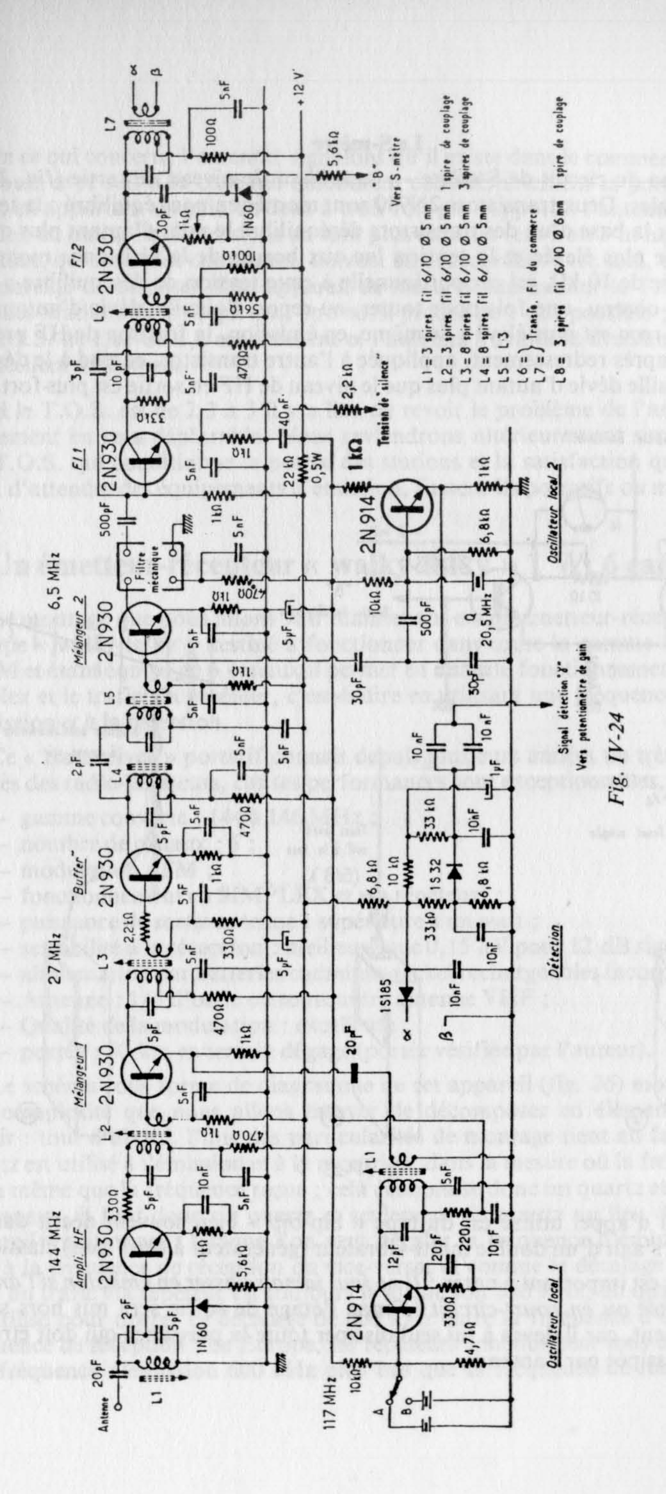


Fig. IV-24

Le S-mètre

Le schéma du circuit de S-mètre — contrôleur de niveau de sortie (*fig. 25*) est des plus simples. Deux transistors 2N930 sont montés en pont équilibré ; la tension appliquée sur la base d'un des transistors déséquilibre le pont d'autant plus qu'elle est elle-même plus élevée et la tension lue aux bornes de la résistance montée en potentiomètre de 10 kΩ, est proportionnelle à cette tension de déséquilibre ; ainsi, le zéro étant obtenu, une fois pour toutes, au repos, l'aiguille dévie d'autant plus que le signal reçu est plus élevé ; de même, en émission, la fraction de HF prélevée au final est, après redressement, appliquée à l'autre transistor, et tend à le déséquilibrer. L'aiguille dévie d'autant plus que le niveau de HF en sortie est plus fort.

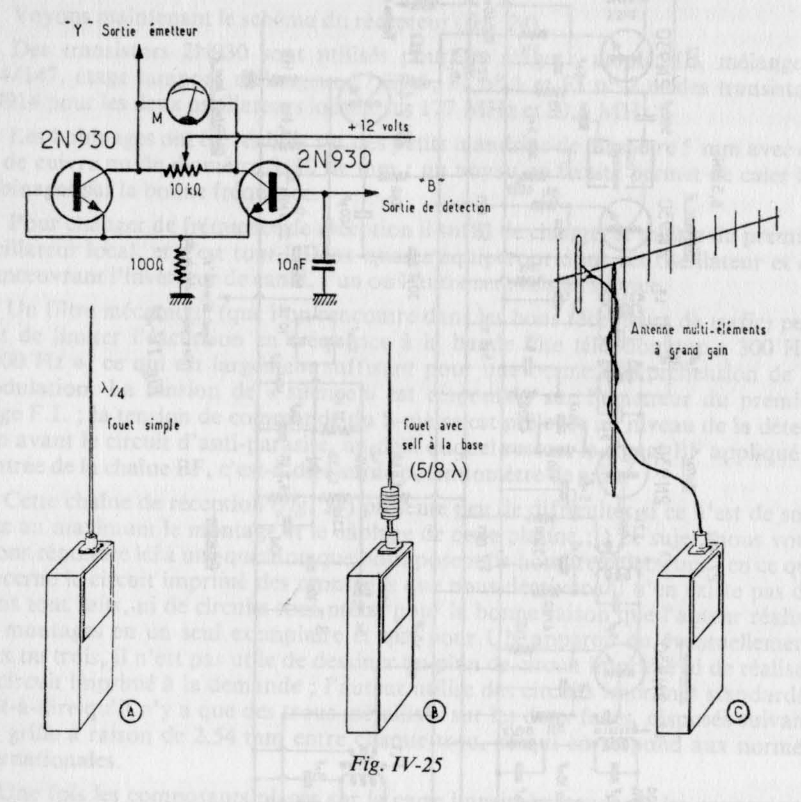


Fig. IV-25

Le signal d'appel utilisé est du type « bip-bip » bien souvent décrit dans ces colonnes : il s'agit d'un double multi-vibrateur (générateur à deux tons) classique.

Un point est important à noter : *Il ne faut jamais passer en émission si l'antenne est débranchée ou en court-circuit !* Sinon l'étage de sortie sera mis hors service immédiatement, car il devra à lui seul dissiper toute la puissance qui doit être normalement dissipée par l'antenne.

En ce qui concerne l'antenne, signalons qu'il existe dans le commerce des antennes fouet avec self à la base qui améliorent considérablement la portée des émetteurs, en apportant un gain de deux à trois fois par rapport à l'antenne fouet toute simple ; en outre, les dimensions en sont plus réduites (environ 1 m hors-tout). Ces antennes, qui sont plus complexes, doivent être raccordées avec soin, et pour cela il est conseillé de disposer d'un appareil de mesure déterminant le T.O.S. (« Taux d'Ondes Stationnaires ») qui doit être aussi proche de 1 que possible ; en pratique, un T.O.S. de 1,05 ou 1,1 est excellent et l'antenne travaillant avec un tel T.O.S. a un excellent rendement.

Si le T.O.S. est de 2,3 à 3 il y a lieu de revoir le problème de l'antenne, car le rendement en sera déplorable. Nous reviendrons ultérieurement sur ce problème des T.O.S. qui conditionne la portée des stations et la satisfaction que l'on est en droit d'attendre des équipements d'émission, fussent-ils portatifs ou mobiles.

Un émetteur-récepteur « walky-talky » 1 W, 6 canaux FM

Le montage que nous allons voir maintenant est un émetteur-récepteur portatif de type « walky-talky » destiné à fonctionner dans toute la gamme 144-146 MHz en FM et étant équipé de 6 canaux il permet en outre le fonctionnement en trafic en simplex et le trafic via répéteur, c'est-à-dire en utilisant une fréquence différente à l'émission et à la réception.

Ce « transceiver » portatif connaît depuis plusieurs années un très large succès auprès des radio-amateurs, car ses performances sont exceptionnelles, à savoir :

— gamme couverte : 144 à 146 MHz ;
— nombre de canaux : 6 ;
— modulation : FM ;
— fonctionnement en SIMPLEX et via répéteurs ;
— puissance de sortie antenne : supérieure à un watt ;
— sensibilité à la réception : meilleure que 0,15 μV pour 12 dB signal/bruit ;
— alimentation par batteries cadmium-nickel rechargeables incorporées ;
— Antenne : 1/4 d'onde ou toute autre antenne VHF ;
— Qualité de la modulation : excellente ;
— portée : 80 km en terrain dégagé (portée vérifiée par l'auteur).

Le schéma sous forme de diagramme de cet appareil (*fig. 26*) montre une relative complexité que nous allons essayer de décomposer en éléments simples, à savoir : tout d'abord, l'une des particularités de montage tient au fait qu'un seul quartz est utilisé à l'émission et à la réception, dans la mesure où la fréquence émise est la même que la fréquence reçue ; celà économise donc un quartz et comme il y a six canaux, il faut donc six quartz et seulement six quartz au lieu de 12 dans un appareil traditionnel ; lorsque l'on veut décaler la fréquence d'émission par rapport à la fréquence de réception ou vice-versa, et comme le décalage en fréquence pour un trafic via répéteur est toujours le même soit 600 kHz, un quartz et un seul est utilisé pour opérer ce décalage de 600 kHz entre la fréquence d'émission et la fréquence de réception ; en Europe, les répéteurs fonctionnent tous en demandant une fréquence d'émission 600 kHz plus bas que la fréquence de réception, alors

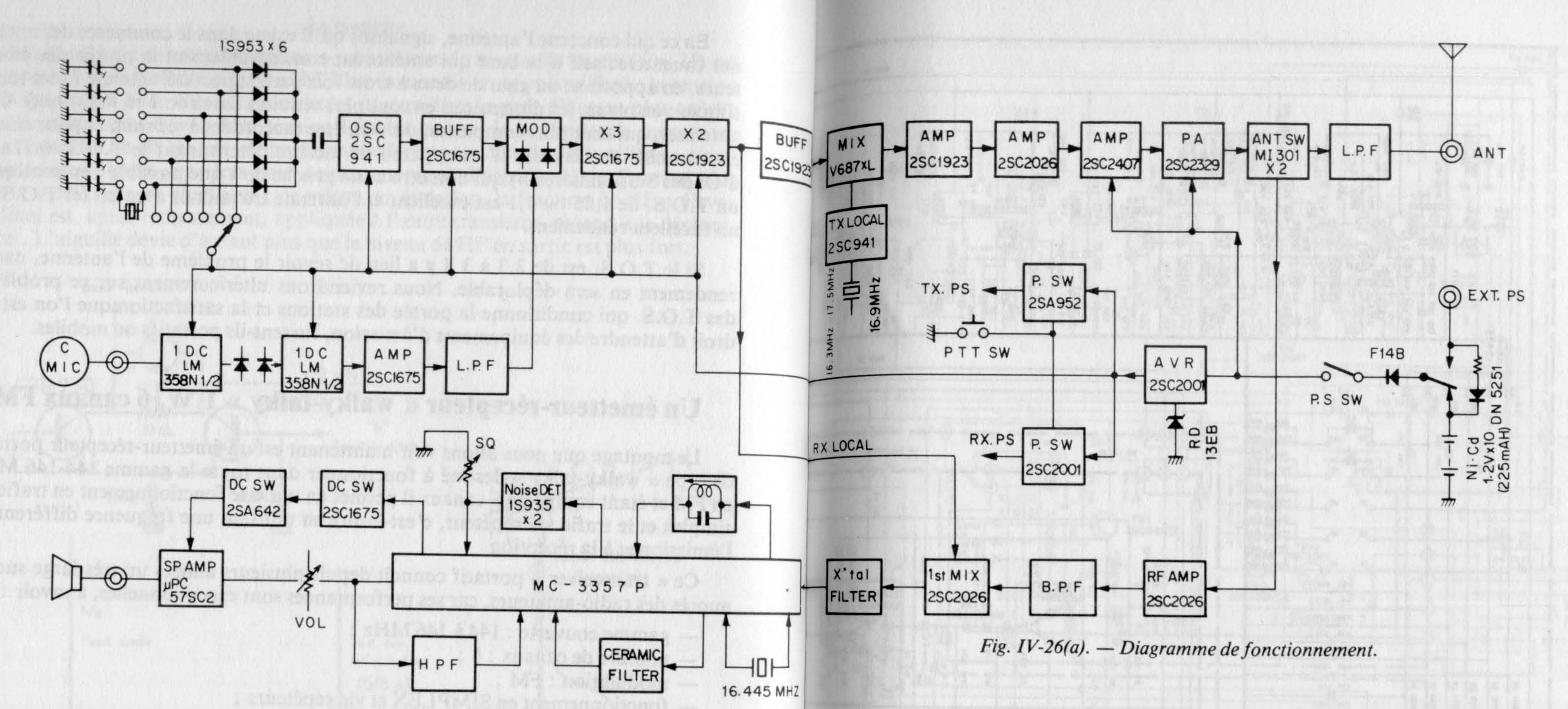


Fig. IV-26(a). — Diagramme de fonctionnement.

qu'aux Etats-Unis ou au Japon, c'est exactement le contraire et les répéteurs de ces pays demandent une fréquence d'émission 600 kHz plus haut que la fréquence de réception. Dans cet appareil, il a donc été prévu un inverseur à 3 positions : position milieu : fréquence d'émission égale à la fréquence de réception, position de droite : fréquence d'émission 600 kHz plus haut que la fréquence de réception. Ceci est très pratique. Ainsi donc, les six quartz correspondant aux six canaux sont connectés à l'oscillateur au moyen d'un commutateur à six positions ; cet oscillateur équipé d'un 2SC941 est suivi d'un étage tampon muni d'un 2SC1675 et suivi de l'étage modulateur ; vient ensuite un étage tripleur de fréquence utilisant un 2SC1765, suivi à son tour d'un étage doubleur muni d'un 2SC1923.

Cette partie est commune à l'émission et à la réception.

En émission, le signal issu de cet étage doubleur est amplifié par un étage tampon avec un 2SC1923, puis traversant un étage mélangeur, est alors suivi par une chaîne d'amplification utilisant tour à tour, un 2SC1923, puis un 2SC2026, puis un 2SC2407 et enfin l'étage final de puissance équipé d'un 2SC2329.

Le signal amplifié (supérieur à un watt) est alors appliqué à un circuit complexe à diodes et capacités, destiné à effectuer la commutation du signal vers l'antenne à

l'émission et à l'inverse à envoyer le signal reçu par l'antenne en réception vers l'entrée du récepteur ; un dernier filtre précède l'antenne afin de l'accorder au mieux et ceci sur toute la largeur de bande de 144 à 146 MHz. Toujours en émission, le microphone qui est du type à condensateur, est suivi par un amplificateur BF utilisant un demi circuit intégré LM358N, lui-même suivi par un circuit limiteur à diodes (du type IS953) suivi à son tour par un deuxième étage amplificateur utilisant la seconde moitié du circuit intégré LM358N. Vient ensuite un étage amplificateur équipé d'un 2SC1675 et le signal qui en sort amplifié est appliqué à l'étage modulateur de la chaîne d'émission via un circuit de correction afin que le taux de modulation soit toujours optimal quelles que soient les conditions de paroles de la part de l'opérateur, à savoir, qu'il parle fort ou très bas, de près ou de loin par rapport au microphone, et de fait, la qualité de la modulation est excellente. Elle est de plus très efficace.

La chaîne de réception quant à elle utilise tout d'abord un étage amplificateur de signal à large bande équipé d'un 2SC2026, suivi d'un circuit passe-bande, suivi du premier étage mélangeur équipé d'un 2SC2026 qui mélange le signal reçu et amplifié au signal provenant de la chaîne oscillatrice vue plus haut et commune à l'émission et à la réception ; le signal obtenu par différence entre ces deux signaux

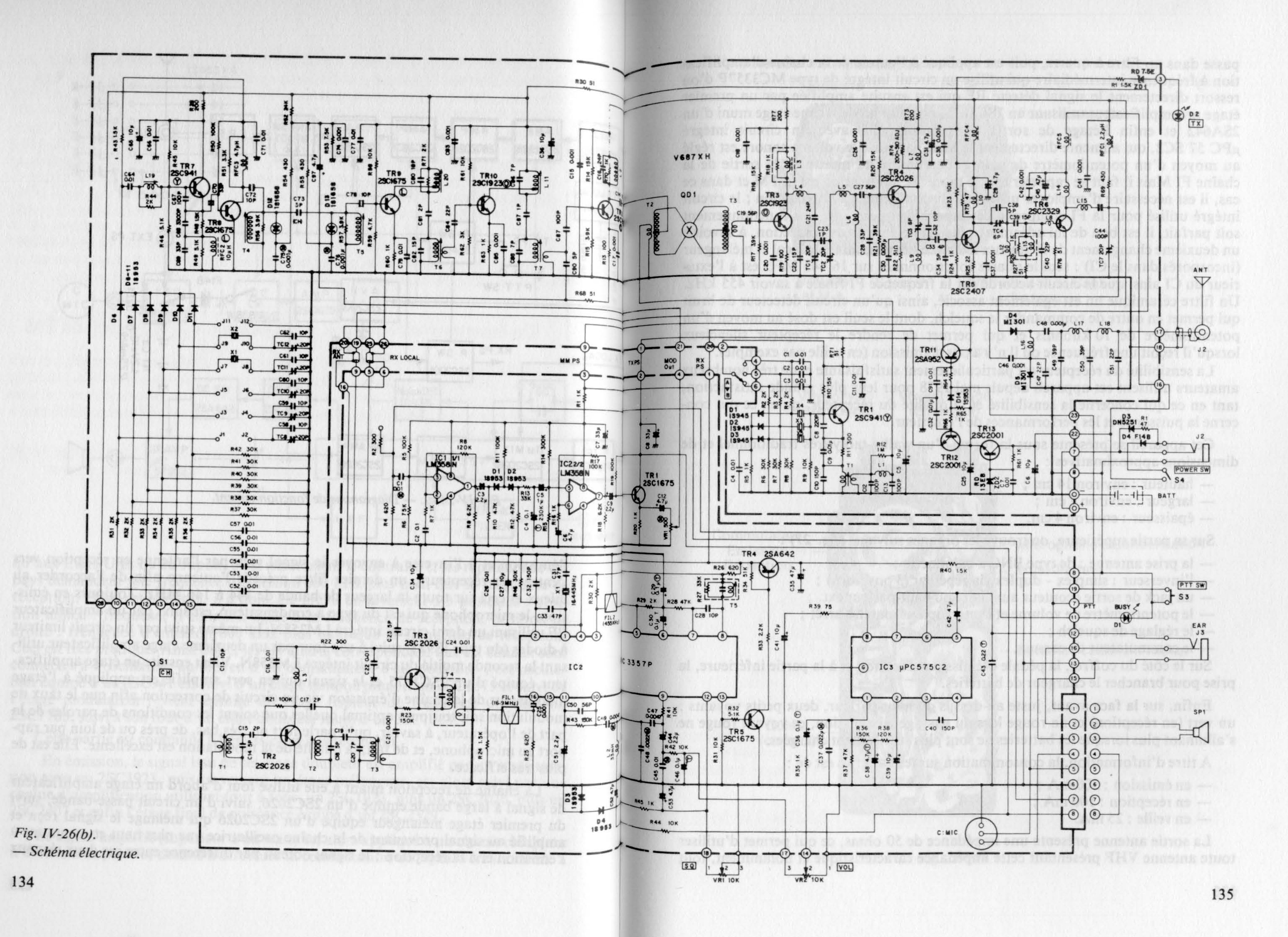


Fig. IV-26(b).
— Schéma électrique.

passe dans un filtre à quartz, puis est appliqué à l'entrée de la chaîne d'amplification à fréquence intermédiaire qui utilise un circuit intégré de type MC3357P d'où ressort directement le signal détecté BF qui est ensuite amplifiée par un premier étage préamplificateur utilisant un 2SC1675, puis par un deuxième étage muni d'un 2SA642 et enfin l'étage de sortie de puissance BF avec un circuit intégré μPC 57 SC2, qui alimente directement le haut-parleur. Le volume sonore est réglé au moyen d'un potentiomètre de gain qui est inséré au niveau de la sortie de la chaîne FI Mais il faut se rappeler que le mode de modulation est la FM et dans ce cas, il est nécessaire d'employer un circuit discriminateur à la réception ; le circuit intégré utilisé pour la FI comprend ce dispositif et pour que son fonctionnement soit parfait, il est bon de lui adjoindre plusieurs éléments de correction, à savoir : un deuxième changement de fréquence avec deuxième oscillateur local et mélangeur (incorporés dans le CI) : seul le quartz fonctionnant sur 16,445 MHz est à l'extérieur du CI ainsi que le circuit accordé sur la fréquence FI finale à savoir 455 kHz. Un filtre céramique lui est également associé, ainsi qu'un circuit détecteur de bruit qui permet en outre de commander le squelch, dont le seuil est dosé au moyen d'un potentiomètre de 10 kilohms et qui permet de rendre le récepteur silencieux lorsqu'il reçoit une fréquence où il n'y a pas d'émission (en veille par exemple).

La sensibilité du récepteur est particulièrement satisfaisante et de très nombreux amateurs utilisent cet appareil depuis mai 1978 pour leur plus grande satisfaction, tant en ce qui concerne la sensibilité et la qualité du récepteur, qu'en ce qui concerne la puissance et les performances de l'émetteur.

Cet appareil se présente sous la forme d'un walky-talky très traditionnel et de dimensions approximatives :

— hauteur : environ 14 cm ;
— largeur : environ 7 cm ;
— épaisseur : environ 4 cm.

Sur sa partie supérieure, on trouve les organes suivants (*fig. 27*) :

— la prise antenne : de type BNC à baïonnette ;
— l'inverseur : simplex - duplex via répéteur (3 positions) ;
— un jack de sortie écouteur auxiliaire ou haut-parleur ext. ;
— le potentiomètre de volume et l'interrupteur marche-arrêt ;
— le réglage de squelch ;
— le commutateur de canaux.

Sur le côté du coffret, la pédale d'émission-réception et à la partie inférieure, la prise pour brancher le chargeur de batteries.

Enfin, sur la face avant, juste au-dessus du haut-parleur, deux petits voyants : un vert (en réception) et un rouge lors du passage en émission, ce voyant rouge ne s'allumant plus lorsque les batteries ne sont plus suffisament chargées.

A titre d'information, la consommation sur les batteries est de :

— en émission : 300 mA ;
— en réception : 100 mA ;
— en veille : 25 mA.

La sortie antenne présente une impédance de 50 ohms, ce qui permet d'utiliser toute antenne VHF présentant cette impédance caractéristique et notamment, tout

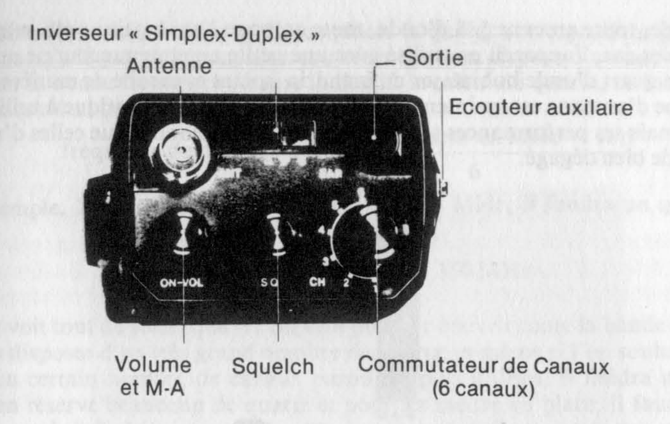


Fig. IV-27a

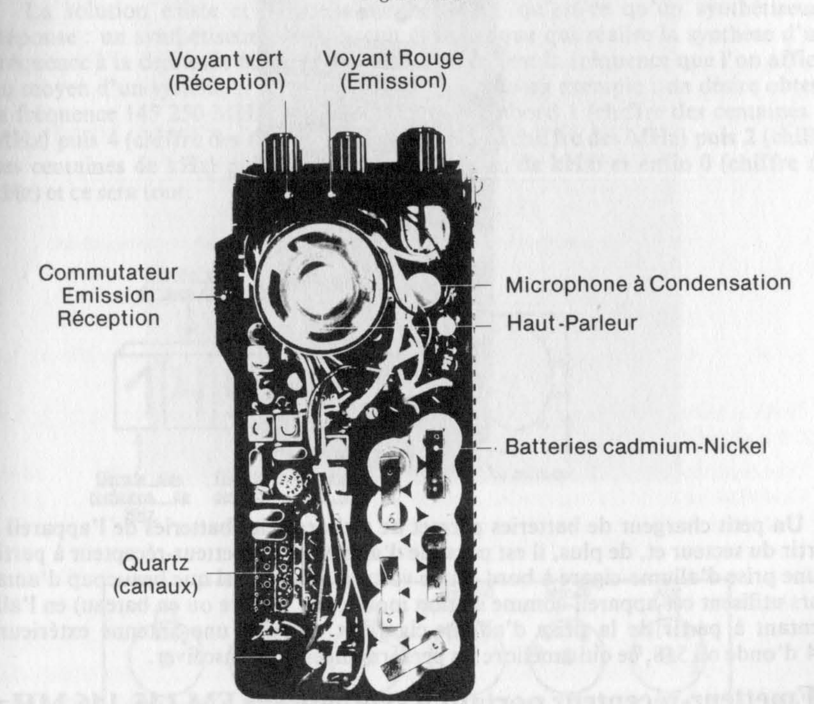


Fig. IV-27b

quart d'onde, toute antenne 5/8 d'onde, toute antenne Yagi à gain... etc, mais dans la plupart des cas, l'appareil est utilisé avec une petite antenne raccourcie qui n'est autre qu'un quart d'onde bobiné sur un mandrin isolant et enrobé de matière plastique ; ce type d'antenne est maintenant très à la mode, car très pratique à utiliser sur le terrain, mais ses performances sont légèrement moins bonnes que celles d'un bon quart d'onde bien dégagé.



Un petit chargeur de batteries permet de recharger les batteries de l'appareil à partir du secteur et, de plus, il est possible d'alimenter l'émetteur-récepteur à partir d'une prise d'allume-cigare à bord d'une voiture ; c'est ainsi que beaucoup d'amateurs utilisent cet appareil comme station mobile (en voiture ou en bateau) en l'alimentant à partir de la prise d'allume-cigare et utilisant une antenne extérieure 1/4 d'onde ou 5/8, ce qui améliore les performances du transceiver.

Emetteur-récepteur portatif à synthétiseur FM 145-146 MHz

Le montage que nous venons d'étudier disposait de six canaux fixés par des quartz et lorsque l'on veut modifier la fréquence de l'un ou l'autre canal il est

nécessaire d'ouvrir le boîtier et de remplacer le quartz correspondant par un nouveau quartz adéquat, à la condition toutefois que l'on dispose d'un nouveau quartz taillé sur la bonne fréquence ; à titre indicatif, le calcul du quartz, en fonction de la fréquence s'établit de la façon suivante :

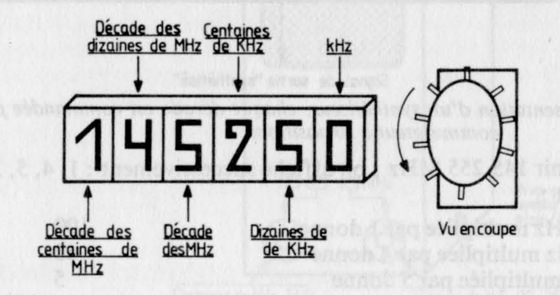
$$\text{fréquence du quartz} = \frac{\text{fréquence reçue en MHz} - 16{,}9}{6}$$

Exemple. Pour recevoir la fréquence 145 000 MHz, il faudra un quartz taillé sur :

$$\frac{145\,000 - 16{,}9}{6} = 21\,350 \text{ MHz}$$

On voit tout de suite, que si l'on veut pouvoir couvrir toute la bande amateur, il faudra disposer d'un très grand nombre de quartz, et même si l'on souhaite se limiter à un certain nombre de canaux parmi les plus utilisés, il faudra malgré tout avoir en réserve beaucoup de quartz et pour les mettre en place, il faudra tout de même ouvrir le boîtier et procéder au remplacement d'un quartz par un autre, ce qui est très peu commode. Qu'elle est la solution ?

La solution existe et s'appelle synthétiseur ; qu'est-ce qu'un synthétiseur ? Réponse : un synthétiseur est un circuit électronique qui réalise la synthèse d'une fréquence à la demande et qui délivre immédiatement la fréquence que l'on affiche au moyen d'un système à décade (*fig. 28*). Prenons un exemple : on désire obtenir la fréquence 145 250 MHz ; on affichera tout d'abord 1 (chiffre des centaines de MHz) puis 4 (chiffre des dizaines de MHz) puis 5 (chiffre des MHz) puis 2 (chiffre des centaines de kHz) puis 5 (chiffre des dizaines de kHz) et enfin 0 (chiffre des kHz) et ce sera tout.



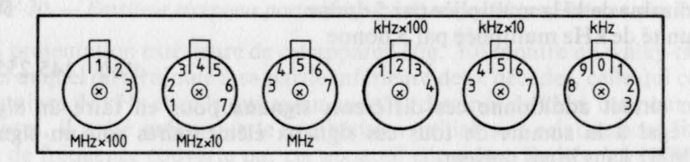


Fig. IV-28. — Principe du synthétiseur.

Le synthétiseur, ainsi programmé sur 145 250 MHz délivrera immédiatement la fréquence de 145 250 MHz et il en serait de même si l'on affichait une autre fréquence : 145 375 ou 145 765, etc.

Tout cela est bel et bien, mais comment fonctionne donc un tel dispositif ? Voici la réponse simplifiée pour la faire bien comprendre : On part d'un oscillateur piloté par un quartz et qui sert de base de temps (*fig. 29*) ; par un jeu d'étages multiplicateurs de fréquence on obtiendra des signaux de 1 kHz, de 10 kHz, de 100 kHz de 1 MHz, de 10 MHz et de 100 MHz ; de plus on utilisera des étages multiplicateurs par 1, 2, 3, 4, etc. jusqu'à 9 de telle sorte que pour obtenir un signal final de la valeur désirée, il suffira d'afficher pour chaque unité, dizaine et centaine, la valeur du coefficient multiplicateur ; prenons un exemple, à nouveau :

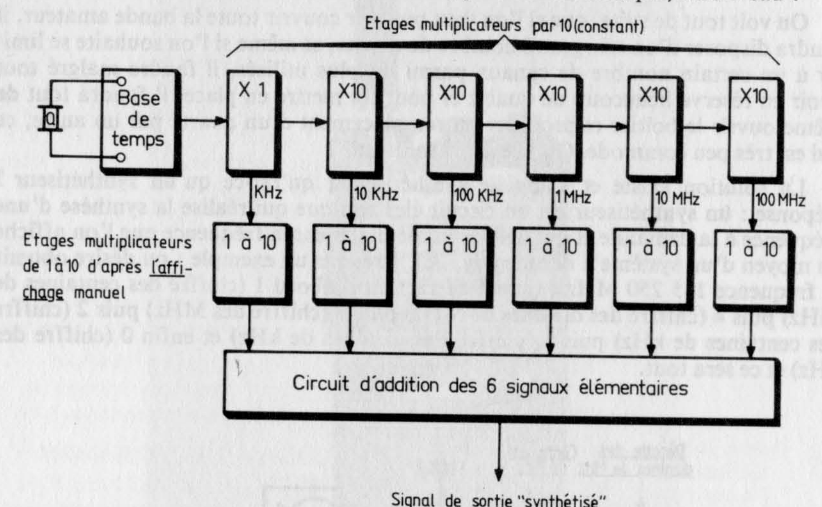


Fig. IV-29. — Autre présentation d'un synthétiseur, chaque décade est commandée par un commutateur à 10 positions.

Nous voulons obtenir 145 255 MHz ; on affiche successivement : 1, 4, 5, 2, 5 et 5, ce qui signifie en fait :

Une centaine de MHz multipliée par 1 donne	100	MHz
Une dizaine de MHz multipliée par 4 donne	40	MHz
Une unité de MHz multipliée par 5 donne	5	MHz
Une centaine de kHz multipliée par 2 donne	200	kHz
Une dizaine de kHz multipliée par 5 donne	50	kHz
Une unité de kHz multipliée par 5 donne	5	kHz
d'où	145,255	MHz

Et un circuit additionne ces différents signaux pour en faire un *signal de synthèse* égal à la somme de tous ces signaux élémentaires soit un signal de : 145 255 MHz dans le cas présent.

En fait, si l'on voulait réaliser un tel synthétiseur au moyen de composants discrets, il serait nécessaire de disposer d'un montage assez conséquent, mais celà est malgré tout possible. Or il existe des circuits intégrés, tous faits et d'un prix de revient modeste qui réalisent cette fonction parfaitement et sous un volume ridiculement petit (la taille d'un circuit intégré).

On voit immédiatement que si l'on remplaçait les quartz de notre émetteur-récepteur précédent par un tel montage à synthétiseur, il n'y aurait plus besoin de changer les quartz pour changer de fréquence : il suffirait tout simplement d'afficher la fréquence désirée sur notre petit clavier et le tour serait joué.

Celà était parfaitement utopique il y a encore quelques années mais avec l'avance technologique de l'électronique et avec l'apparition des circuits intégrés à large densité de composants, c'est maintenant chose faite et le montage que nous proposons ci-dessous n'est autre que le montage précédent dans lequel tous les six quartz définissant les fréquences des six canaux ont été remplacés par un circuit unique qui n'est autre qu'un synthétiseur de fréquence et qui permettra à l'utilisateur d'afficher directement la fréquence qu'il souhaitera utiliser.

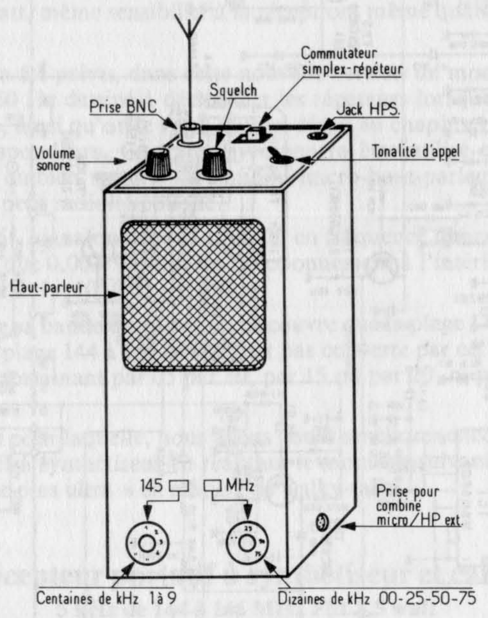


Fig. IV-30. — Emetteur récepteur portatif équipé d'un synthétiseur élémentaire sur 1 MHz.

La présentation extérieure de cet appareil (*fig. 30*) montre un walky-talky traditionnel auquel on a rajouté à sa partie inférieure deux décades, celle qui commande les centaines de kHz et celle qui commande les dizaines de kHz, car pour simplifier les choses, il a été prévu que le synthétiseur utilisé soit relativement limité et la bande de fréquence couverte par cet appareil elle-même limitée à 1 MHz ; l'appareil couvrira donc la gamme 145 à 146 MHz ; il n'y aura donc pas besoin de décade

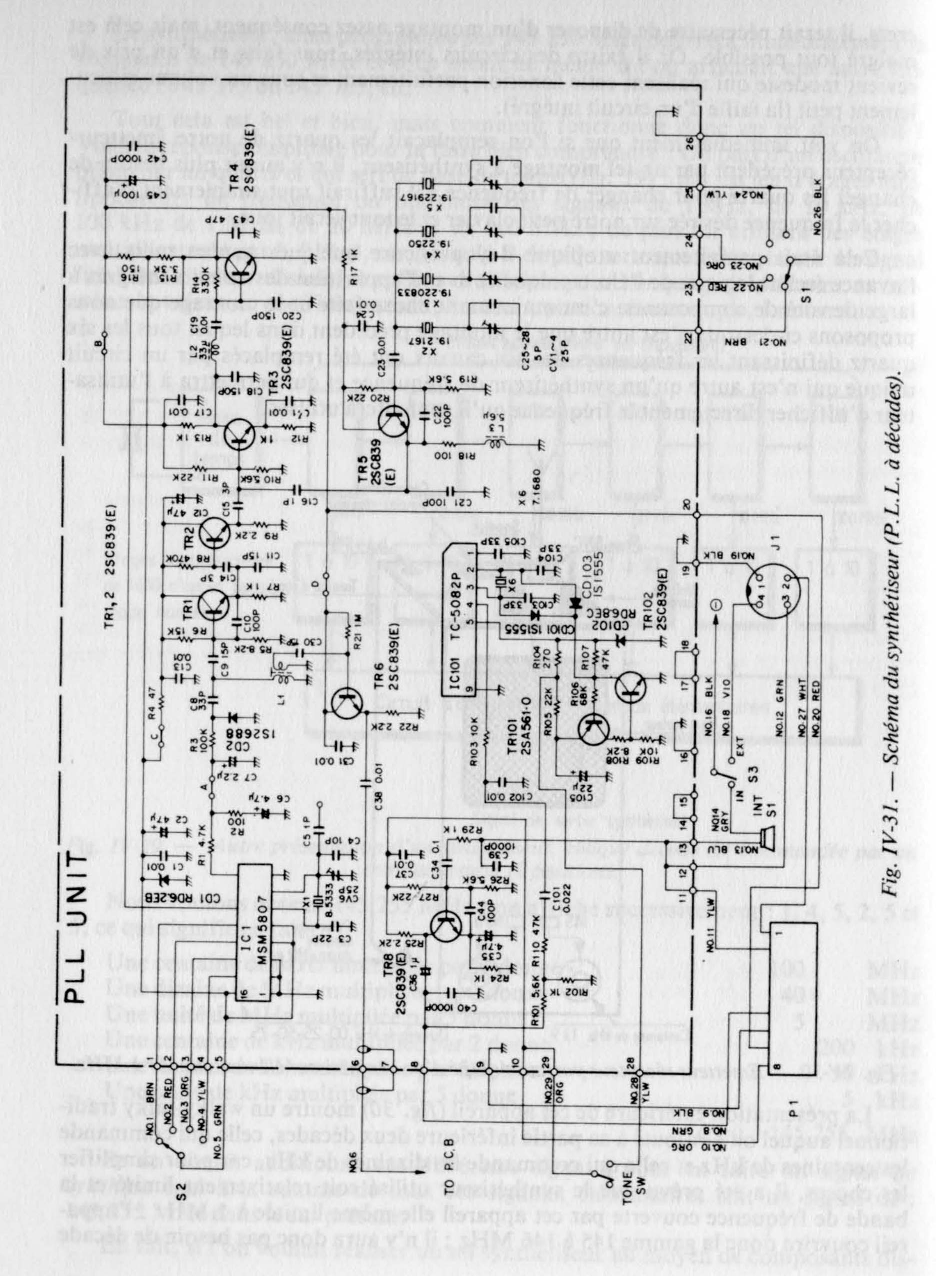


Fig. IV-31. — Schéma du synthétiseur (P.L.L. à décades).

de MHz, ni de dizaines ni de centaines de MHz ; de plus, pour simplifier encore les choses, il a été prévu de ne couvrir que les canaux se terminant par 00, 25, 50 et 75 ; il y aura donc une décade à 10 chiffres pour les centaines de kHz et une décade à 4 positions, affichant respectivement 00, 25, 50 et 75.

Le schéma de cet émetteur-récepteur à synthétiseur sera très exactement le même que celui du précédent utilisant des quartz, à l'exception de la chaîne oscillatrice et multiplicatrice de fréquence qui sera remplacée par un module PLL qui n'est autre qu'un synthétiseur (*fig. 31*). Le schéma de ce module synthétiseur (*fig. 31*) montre la relative complexité de ce type de dispositif qui utilise des circuits intégrés TC5082P et MSM5807 associés à des transistors 2SC839, 2SA561, des diodes IS1555, IS2688... etc, ainsi que 4 quartz fixant les écarts 00, 25, 50 et 75 kHz et enfin un dernier quartz taillé sur 8,53333 MHz qui pilote la base de temps du synthétiseur.

Les performances et caractéristiques de cet ensemble émetteur-récepteur VHF sont identiques à celles du précédent, à savoir : même puissance de sortie antenne : supérieure à un watt, même sensibilité à la réception, même qualité de modulation, etc.

Par contre, il a été prévu, dans cette nouvelle version un module oscillateur de tonalité BF à 1 750 Hz destiné à déclencher les répéteurs lorsque l'on désire trafiquer via répéteurs, ainsi qu'on le verra plus en détail au chapitre consacré aux répéteurs et aux transpondeurs. Ce transceiver pourra être utilisé comme un walky-talky traditionnel ou bien, muni d'un combiné micro-haut-parleur extérieur, utilisé à la manière d'un petit radio-téléphone.

A titre indicatif, signalons que la stabilité en fréquence donnée par le synthétiseur est meilleure que 0,002 % pour un fonctionnement à l'intérieur de la plage de température allant de — 10°C à + 50°C.

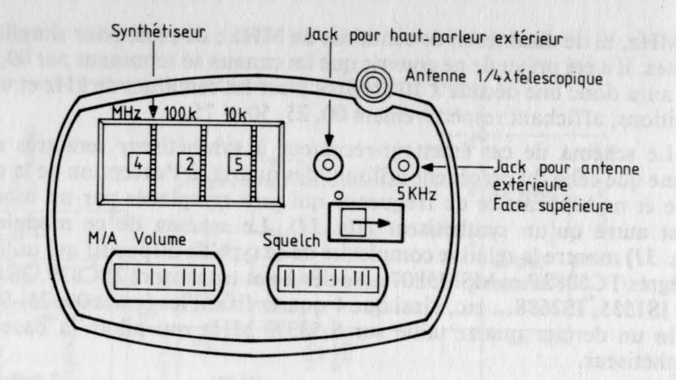
Rappelons que sa bande d'utilisation ne couvre que la plage 145 à 146 MHz uniquement, mais la plage 144 à 145 MHz n'est pas couverte par cet appareil, pas plus que les canaux se terminant par 05 par 10, par 15 ou par 20, ni par 30, ni par 35... etc.

C'est la raison pour laquelle, nous avons voulu améliorer encore les performances de ce dispositif à synthétiseur en réalisant le montage suivant qui est, à la date de ce jour, le « nec plus ultra » en matière de walky-talky.

Emetteur-récepteur portatif à synthétiseur et canaux tous les

5 kHz de 144 à 146 MHz FM 1,5 watt

Ainsi qu'il a été dit plus haut, cet appareil représente ce qu'il y a de plus élaboré et de plus performant en matière de walky-talky puisque ce montage dispose d'un synthétiseur délivrant un canal tous les 5 kHz et ceci sur une plage de fréquence de 10 MHz (il couvre de 140 MHz jusqu'à 150 MHz) ; comme la bande amateur va de 144 à 146 MHz en France, le synthétiseur utilisé est bridé pour ne pas pouvoir être utilisé en-dessous de 144 MHz ni en dessus de 146 MHz, mais dans le cas où la règlementation ne s'opposerait pas à son utilisation sur toute la gamme 140 à



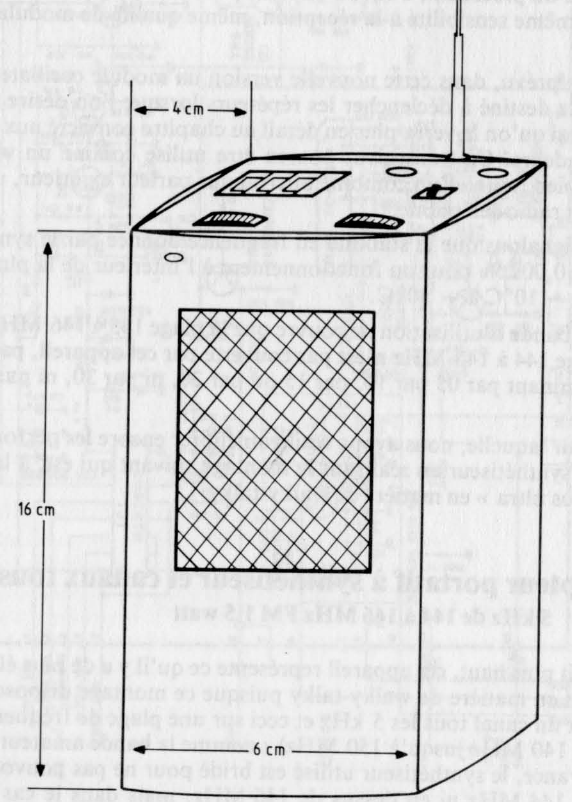


Fig. IV-32. — Emetteur récepteur portatif à synthétiseur par bonds de 5 kHz.

150 MHz, il pourrait parfaitement être utilisé sur les 2 000 canaux que représente cette plage. Sur le plan technologie c'est extraordinaire et l'apparition de cet appareil (en juillet 1979) rend caduques tous les émetteurs-récepteurs portatifs équipés de quartz et même le modèle précédent qui offrait pourtant une merveilleuse facilité d'utilisation avec son synthétiseur par bond de 25 kHz.

Voyons donc maintenant comment se présente cette petite merveille de la technologie des années 80 : l'appareil se présente sous forme d'un boîtier de petites dimensions (approximativement : hauteur : 16 cm, largeur 6 cm et épaisseur : 4 cm ; son poids est de 400 g et ce poids comprend la batterie cadmium-nickel incorporée ; ce boitier (*fig. 32*) montre sa face supérieure qui comprend :

— le dispositif d'affichage du synthétiseur par bonds de 10 kHz ;
— l'inverseur affichant 0 ou 5 kHz (bonds de 5 kHz) ;
— la commande de volume sonore et de mise en marche ;
— le réglage du squelch ;
— la prise de branchement pour un écouteur ou un haut-parleur extérieur ;
— la prise pour le branchement d'une antenne extérieure ;
— l'antenne proprement dite.

La face avant du boîtier comporte le haut-parleur ainsi qu'un voyant rouge miniature destiné à contrôler l'état de la batterie ; ce voyant s'allume en émission.

Sur l'un des côtés du boîtier, se trouve la pédale de passage d'émission-réception ainsi que la commande destinée à émettre un signal d'appel à 1 750 Hz pour le déclenchement des répéteurs ou des relais (éventuellement appels sélectifs).

Sur la face arrière du boîtier se trouve la prise pour le branchement du chargeur de batteries. Les performances de cet émetteur-récepteur portatif sont voisines de celles des deux appareils précédents, à savoir :

— une puissance de sortie supérieure à 1,5 W antenne ;
— une gamme couverte de 140 à 150 MHz par bonds de 5 kHz (là est l'avantage considérable de cet appareil) ;
— modulation : FM ;
— sensibilité à la réception : 0,3 μV pour 20 dB signal/bruit ;
— puissance de sortie BF : 1/2 W avec moins de 10 % de distorsion ;
— tension d'alimentation 9,6 V ;
— consommation en émission : 400 mA ;
en veille : 17 mA seulement.

Cette faible consommation tient au fait que cet appareil utilise des circuits intégrés de technologie C-MOS célèbres pour leur faible consommation électrique.

Il faut noter également que sur toute la bande (soit 10 MHz au total) l'accord des circuits oscillants est toujours optimal ce qui était absolument impensable il y a encore 4 ou 5 ans.

Mais dans le cas de la bande amateur française, nous nous limiterons à la gamme 144 à 146 MHz, et ceci avec des performances remarquables, ainsi qu'ont pu le constater les très nombreux radio-amateurs qui ont déjà très largement utilisé ce type d'appareil avec succès ; tout comme pour les deux modèles vus précédemment, il est très facile de l'utiliser en station mobile au moyen d'une antenne 1/4 d'onde ou 5/8 d'onde extérieure connectée à la prise « antenne extérieure » ; la

modulation est excellente et l'efficacité particulièrement attrayante. Ce walky-talky est muni d'une antenne 1/4 d'onde télescopique escamotable qui peut être immédiatement remplacée par une antenne raccourcie de 15 cm de long et qui, caoutchoutée est particulièrement souple, ce qui lui donne un aspect professionnel. Cet appareil est remarquable à tous points de vue.

Nous n'allons pas détailler outre mesure le schéma de cet appareil ; le diagramme (*fig. 33*) montre une chaîne d'émission et une chaîne de réception qui n'ont en commun que le synthétiseur et la possibilité de décaler la fréquence d'émission et la fréquence de réception pour trafiquer via répéteurs ou via relais, ou en conservant la même fréquence à l'émission et à la réception pour une utilisation en simplex. Les semi-conducteurs sont pratiquement de la même famille que ceux utilisés dans les deux transceivers précédents, à savoir 2SC1675, 2SC2026, 2SC2221... etc.

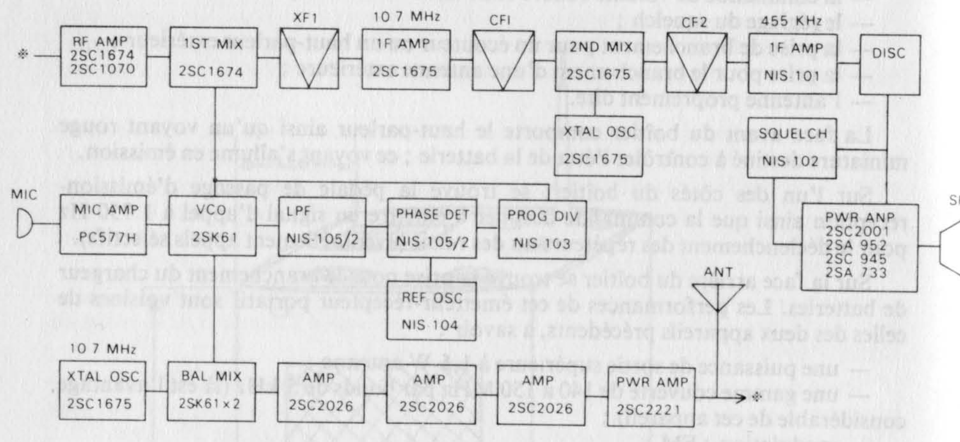


Fig. IV-33. — Diagramme du transceiver à synthétiseur à canaux de 5 kHz.

Le schéma plus détaillé (*fig. 38*) n'est pas donné ici ; si nous devions l'étudier en détail et l'analyser élément par élément, ce serait long et fastidieux et sortirait du cadre de cet ouvrage.

Après avoir vu les réalisations d'émetteurs-récepteurs portatifs fonctionnant en FM, nous allons voir quelques appareils fonctionnant en BLU, c'est-à-dire en Modulation d'Amplitude à Bande Latérale Unique ; ces transceivers n'utiliseront plus ni quartz ni synthétiseurs pour décider de la fréquence d'émission et de réception, mais d'un VFO, c'est-à-dire d'un Oscillateur à Fréquence Variable permettant de choisir sa fréquence de trafic *n'importe où* dans la bande amateur.

De dimensions légèrement plus élevées que les walkies-talkies vue précédemment, ces transceivers sont dotés de performances très élaborées et permettent le trafic à des distances considérables, soit en simplex, soit via satellites artificiels, ainsi que nous le verrons au chapitre consacré aux répéteurs et transpondeurs.

Un émetteur-récepteur portatif VHF BLU de 2 W

Cet émetteur-récepteur que nous montre la *figure 34* fonctionne sur la gamme 144 à 146 MHz en BLU (supérieure ou inférieure) et délivre une puissance antenne de 2 W.

Sa présentation est celle d'un boîtier de dimensions modestes (hauteur : 18 cm, largeur : 6 cm et profondeur : 16 cm) qui peut être facilement porté à la main ou en bandoulière et qui est muni d'un combiné micro avec une pédale de commutation émission-réception. A la partie supérieure du boîtier se trouve une prise coaxiale sur laquelle se branche l'antenne quart d'onde télescopique ou l'antenne extérieure que l'on souhaite utiliser ; sur la face avant verticale, on trouve de haut en bas :

— Un voyant rouge miniature « EMISSION ».

— Un microampèremètre faisant office de S-mètre à la réception et de contrôleur de puissance de sortie à l'émission.

— La commande du V.F.O. qui permet de balayer la gamme de fréquence et de choisir la fréquence sur laquelle on désire émettre et recevoir.

— La commande RIT qui permet de décaler légèrement la fréquence de réception par rapport à la fréquence d'émission affichée sur le cadran du VFO ; ce

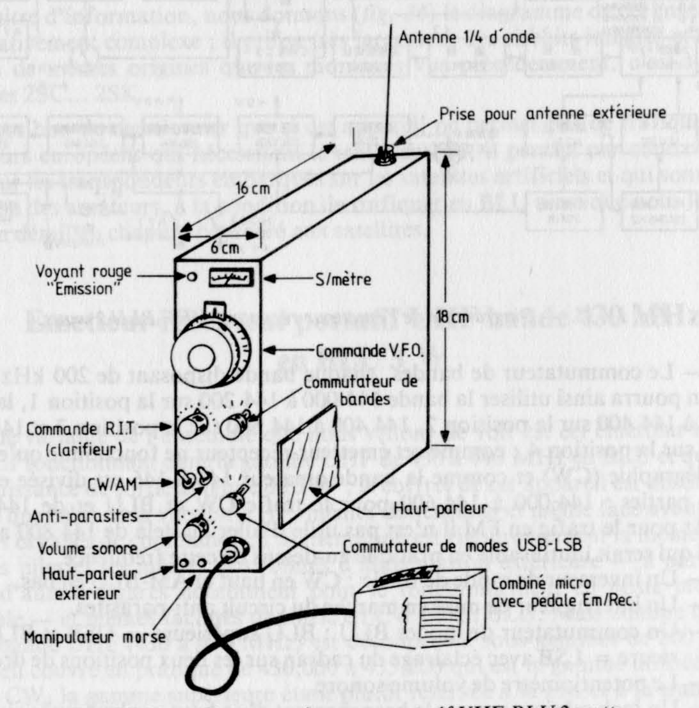


Fig. IV-34. — Emetteur récepteur portatif VHF-BLU 2 watts.

RIT se nomme « clarifieur » car il permet de rendre plus claire la modulation du correspondant écouté lorsqu'il émet en BLU et que sa fréquence d'émission n'est pas très exactement la même que la fréquence de réception affichés sur le VFO de l'appareil. Ce RIT est très largement utilisé lors de QSO à plusieurs stations, QSO dans lequel toutes les stations ne sont pas toutes exactement sur la même fréquence ; on retouche ainsi légèrement la fréquence de réception sans toucher pour autant à la fréquence d'émission de l'appareil.

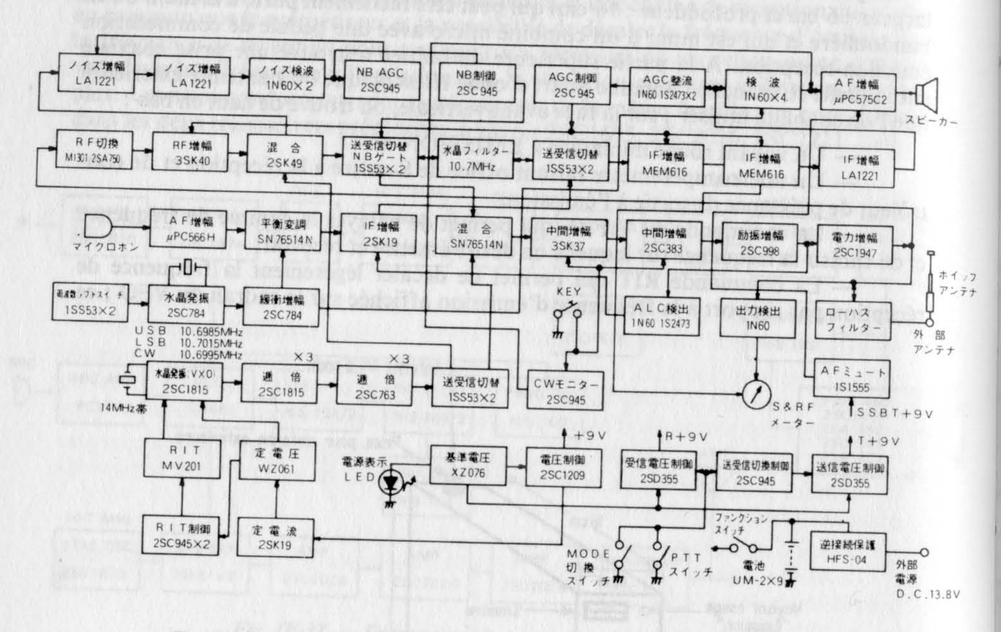


Fig. IV-35. — Diagramme de l'émetteur-récepteur VHF-BLU 2 watts.

— Le commutateur de bandes, chaque bande disposant de 200 kHz de largeur ; on pourra ainsi utiliser la bande 144 000 à 144 200 sur la position 1, la bande 144 200 à 144 400 sur la position 2, 144 400 à 144 600 sur la position 3 et 144 600 à 144 800 sur la position 4 ; comme cet émetteur-récepteur ne fonctionne qu'en BLU et en télégraphie (CW) et comme la bande amateur 144 à 146 est divisée en deux grandes parties : 144 000 à 144 600 pour le trafic CW et BLU et de 144 600 à 146 MHz pour le trafic en FM il n'est pas utile d'aller au-delà de 144 800 avec cet appareil qui serait inutilisable en pratique au-dessus de cette fréquence.
— Un inverseur de mode de trafic : CW en haut et AM-BLU en bas.
— Un interrupteur de mise en marche du circuit anti-parasites.
— Un commutateur de modes BLU : BLU supérieure = USB et BLU inférieure = LSB avec éclairage du cadran sur les deux positions de droite.
— Le potentiomètre de volume sonore.
— Un jack miniature pour le branchement d'un haut-parleur extérieur.

— Un jack miniature pour le branchement d'un manipulateur de télégraphie (manipulateur morse), et enfin
— La prise du combiné micro avec pédale de passage en émission.

Sur la face droite du boîtier se trouve le haut-parleur incorporé à l'appareil, tandis qu'à l'arrière se trouve la prise pour l'alimentation extérieure de l'émetteur-récepteur.

A noter que cet ensemble utilise des piles sèches que l'on remplace après usage, plutôt que des batteries cadmiun-nickel rechargeables.

Les caractéristiques principales de cet ensemble sont les suivantes :

— Bande de fréquence : 144 à 146 MHz par sous-gammes de 200 kHz ; de préférence : 144,000 à 144,800.
— Puissance de sortie 2 watts (puissance crête 3 W).
— Tension d'alimentation : 13,8 V.
— Consommation : en émission : 540 mA (en BLU), 750 mA (en CW) ; en réception : 90 mA (BLU), 250 mA (CW) ; en veille : 40 mA.
— Poids de l'appareil avec son combiné et son antenne : 2 kg.
— Sensibilité du récepteur : 0,5 μV pour 10 dB signal/bruit.
— Puissance de sortie BF : 1 W.

A titre d'information, nous donnons (*fig. 36*) le diagramme de cet ensemble qui est relativement complexe ; il utilise très largement des circuits intégrés et des transistors de mêmes origines que les montages vus précédemment, c'est-à-dire des familles 2SC... 2SK...

Il est bon de mentionner que si cet appareil ne permet pas de trafiquer sur les répéteurs européens qui nécessitent le trafic en FM, il permet par contre de trafiquer sur les transpondeurs embarqués sur les satellites artificiels et qui sont à la disposition des amateurs, à la condition de trafiquer en BLU ainsi que nous le verrons plus en détail au chapitre consacré aux satellites.

Emetteur-récepteur portatif UHF bande 430 MHz en BLU 3 W

Une variante de l'ensemble que nous venons de voir est cet émetteur-récepteur portatif fonctionnant dans la gamme UHF de 430 à 440 MHz en BLU et qui délivre une puissance de sortie antenne de 3 W ; le coffret de cet appareil est absolument le même que celui de la version VHF, mêmes dimensions et même face avant avec les mêmes organes de commande ; l'alimentation est rigoureusement la même, avec les mêmes piles et les mêmes possibilités d'alimentation extérieure — à partir d'une prise d'allume-cigares notamment pour le fonctionnement en poste mobile par exemple — et mêmes facilités de trafic en CW ou en BLU. Mais comme la totalité de la bande UHF (430 à 440 MHz) est découpée en sous-gammes de 200 kHz, cet appareil couvre en pratique de 430,000 à 435,200 qui est la gamme utilisée en BLU ou en CW, la gamme supérieure étant plutôt réservée à la FM et à la transmission d'images de TV.

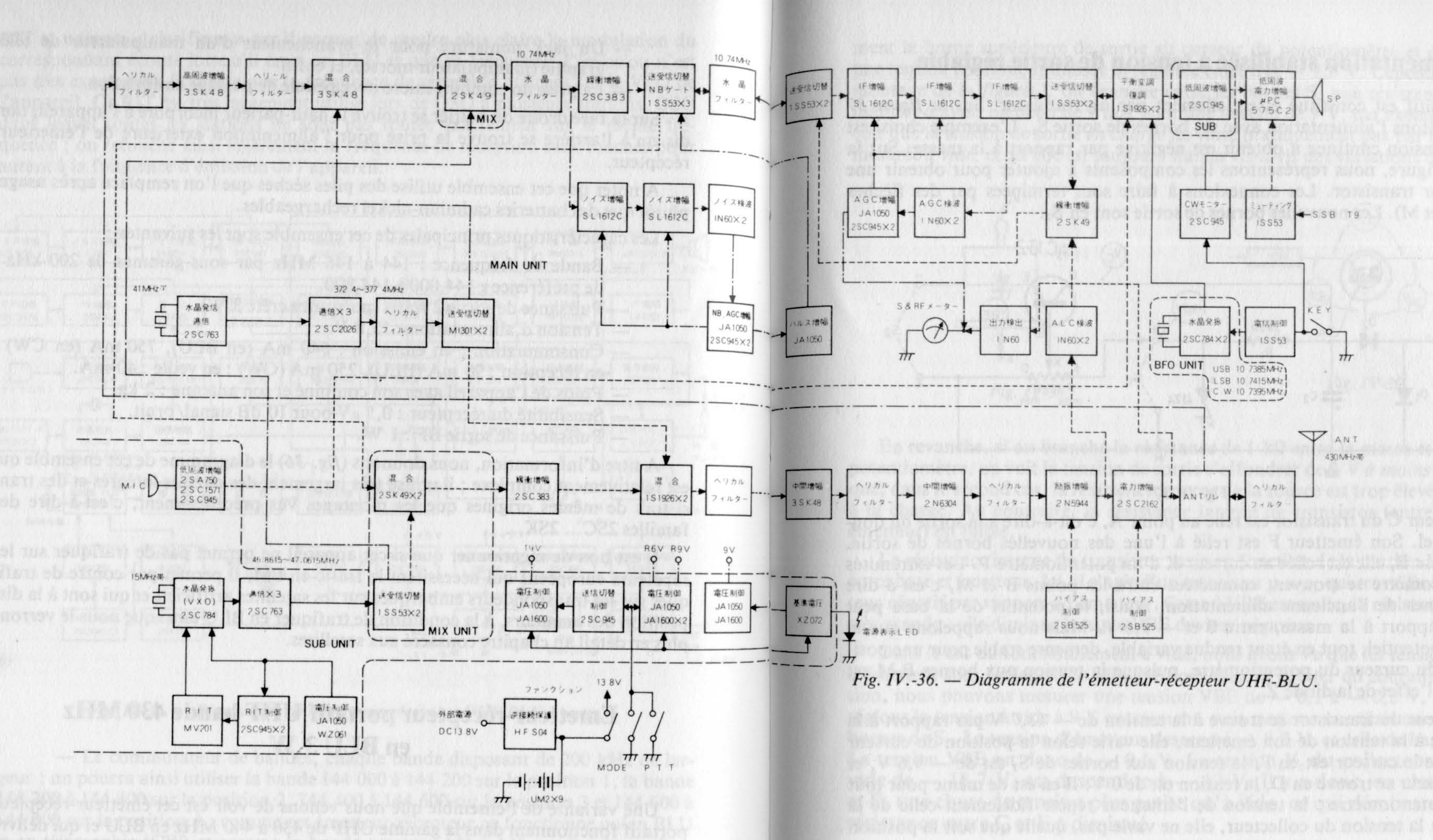


Fig. IV.-36. — Diagramme de l'émetteur-récepteur UHF-BLU.

L'ensemble des performances, à l'exception de la gamme de fréquence (UHF au lieu de VHF) est rigoureusement identique à celles de la version VHF de la *figure 35.* La *figure 36* montre le diagramme général de l'appareil.

Cet ensemble, tout comme le précédent permet le trafic via satellites artificiels et de plus, ses performances tout-à-fait exceptionnelles l'ont rendu célèbre tant en Europe qu'aux Etats-Unis.

C'est en outre, le premier émetteur-récepteur portatif fonctionnant en UHF et en BLU, car s'il existe un certain nombre d'émetteur-récepteurs portatifs UHF

fonctionnant en FM, il n'en existait pas fonctionnant en BLU et permettant d'obtenir des contacts à grande distance (et à très grande distance lorsque l'on utilise un satellite artificiel comme relais).

Ayant vu, plus ou moins en détail, toute une famille de réalisations d'émetteurs-récepteurs de types et de performances très variés, il est bon de voir maintenant quelques réalisations simples d'alimentations permettant de fournir à ces montages, soit l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement, soit l'énergie nécessaire à la recharge de leurs batteries.

Alimentation stabilisée à tension de sortie réglable

Ce dispositif est constitué essentiellement par un transistor. Sur la *figure 37* nous représentons l'alimentation avec ses bornes de sortie S_1. L'exemple choisi est celui où la tension continue à obtenir est négative par rapport à la masse. Sur la droite de la figure, nous représentons les composants à ajouter pour obtenir une régulation par transistor. Les connexions à faire sont terminées par des flèches (points A, B et M). Les nouvelles bornes de sortie sont en S_2.

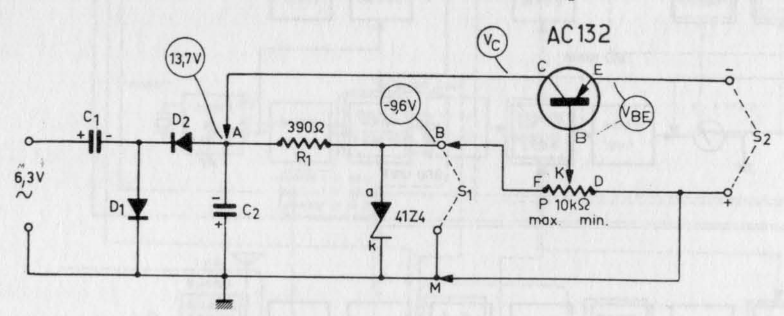


Fig. IV-37

Le collecteur C du transistor est relié au point A, c'est-à-dire à la sortie du doubleur Schenkel. Son émetteur F est relié à l'une des nouvelles bornes de sortie. Quant à la base B, elle est reliée au curseur K d'un potentiomètre P. Les extrémités de ce potentiomètre se trouvent connectées entre les points B et M, c'est-à-dire entre les bornes de l'ancienne alimentation. Ainsi, le potentiel de la base peut varier, par rapport à la masse, entre 0 et — 9,6 V. Mais nous rappelons que la valeur de ce potentiel, tout en étant rendue variable, demeure stable pour une position donnée du curseur du potentiomètre, puisque la tension aux bornes B-M est stabilisée par l'effet de la diode Z.

Le collecteur du transistor se trouve à la tension de — 13,7 V par rapport à la masse. Quant à la tension de son émetteur, elle varie selon la position du curseur de P. Lorsque le curseur est en F, la tension aux bornes de S_2 est de — 9,6 V, et lorsque le curseur se trouve en D, la tension est de 0 V. Il en est de même pour tout réglage du potentiomètre : la tension de l'émetteur répète fidèlement celle de la base. Quant à la tension du collecteur, elle ne varie pas, quelle que soit la position du curseur K.

Contrôlons maintenant la stabilité de la tension aux bornes S_2 en fonction du secteur, comme nous l'avions fait dans l'étude précédente, en faisant varier la tension alternative d'entrée de 6,3 V entre 5,35 et 7,25 V. Successivement, nous ajustons, par la manœuvre de P, la tension de sortie à diverses valeurs ; chaque fois, la stabilité s'avère parfaite dans les limites de variation de la tension d'entrée.

Propriétés du transistor

Puisque la tension de l'émetteur suit celle de la base, il semble qu'il n'y ait aucun intérêt à utiliser le transistor. En effet, on pourrait très bien relier directement la borne supérieure de sortie au curseur du potentiomètre et on obtiendrait une tension continue stabilisée et réglable entre 0 et — 9,6 V. Cependant si, dans le montage de la *figure 1,* on branche entre les bornes S_2 une résistance de 1 kΩ de manière à avoir un débit de 9 mA pour une tension de 9 V, par exemple, on s'aperçoit que la tension de sortie *en charge* ne varie pratiquement pas par rapport à celle mesurée *à vide,* et qu'elle est toujours stables vis-à-vis des variations du secteur.

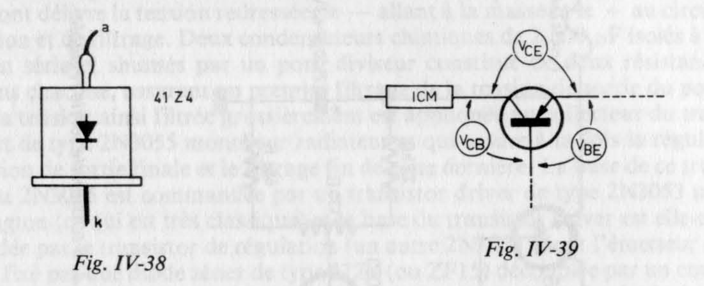


Fig. IV-38

Fig. IV-39

En revanche, si on branche la résistance de 1 kΩ entre la masse et le curseur du potentiomètre, on voit la tension de sortie s'effondrer de 9 V *à moins de 4 V.* C'est que, dans le second cas, la ***résistance interne*** de la source est trop élevée par rapport à la charge. Au contraire, la résistance interne du transistor (entre collecteur et émetteur) est faible.

La résistance interne du transistor varie en fonction de la tension VBE, mesurée entre base et émetteur. Ici, il s'agit d'un transistor *p-n-p,* qui travaille avec le collecteur négatif par rapport à l'émetteur. Quand VBE est nulle, la résistance interne est très grande : elle diminue lorsque VBE devient négative.

Dans le cas du fonctionnement à vide, nous avons vu que les tensions de base et d'émetteur sont égales. Mais, dès que nous faisons débiter du courant à l'alimentation, nous pouvons mesurer une tension VBE de — 0,1 à — 0,2 V. Par exemple, réglons la tension à vide à 9 V exactement, puis mettons une résistance de 1 kΩ aux bornes de S_2. La tension d'émetteur descend à — 8,8 V, et celle de base à — 8,9 V. La tension VBE est donc de — 0,1 V. La tension V_c du collecteur, qui était à vide de — 13,7 V, est descendue à — 12 V. Il y a donc, en charge, entre C et E, une chute de tension plus petite qu'à vide, ce qui démontre bien que la résistance entre C et E a diminué.

Une alimentation stabilisée délivrant de 0 à 50 V (2 ampères à tension de sortie réglable)

Cette alimentation stabilisée (*fig. 40*) est simple à réaliser, même par un débutant et fonctionne remarquablement bien ; un grand nombre de telles alimentations fonctionnent et par le monde et en toute fiabilité et satisfaction de la part des utilisateurs.

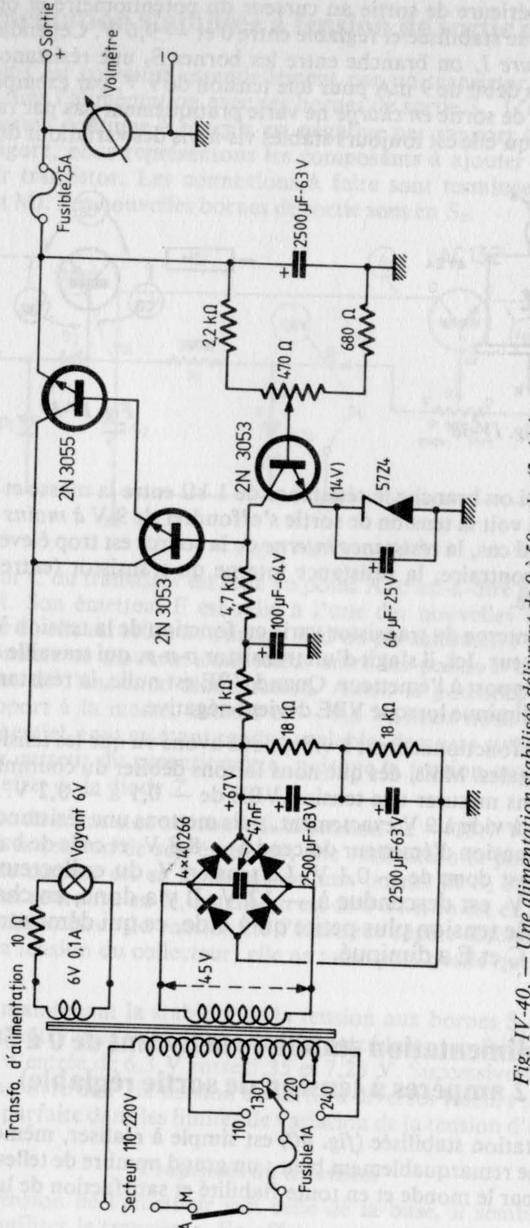


Fig. IV-40. — Une alimentation stabilisée délivrant de 0 à 30 volts (2 A) à tension de sortie réglable.

Le schéma montre tout d'abord un transformateur dont le primaire est connecté au réseau électrique 110-220 V via un interrupteur de mise en marche et un fusible de 1 A. Deux secondaires à ce transfo : un premier délivrant environ 6 V et alimentant un voyant en série avec une résistance de 10 ohms et un second enroulement délivrant environ 45 V et qui alimente un pont de quatre diodes de type 40266 dont l'une des diagonales est shuntée par un condensateur de 47 nF. L'autre diagonale du pont délivre la tension redressée, le — allant à la masse et le + au circuit de stabilisation et de filtrage. Deux condensateurs chimiques de 2 500 µF isolés à 63 V montés en série et shuntés par un pont diviseur constitué de deux résistance de 18 kilohms chacune, assurent un premier filtrage de la tension de sortie du pont de diodes ; la tension ainsi filtrée grossièrement est appliquée au collecteur du transistor ballast de type 2N3055 monté sur radiateur et qui assure à la fois la régulation de la tension de sortie finale et le filtrage fin de cette dernière. La base de ce transistor ballast 2N3055 est commandée par un transistor driver de type 2N3053 monté en Darlington (ce qui est très classique) et la base du transistor driver est elle-même commandée par le transistor de régulation (un autre 2N3053) dont l'émetteur a son potentiel fixé par une diode zéner de type 57Z4 (ou ZF15) découplée par un condensateur chimique de 64 µF et isolé à 25 V ; la base de ce transistor de régulation voit sa tension déterminée par le curseur d'un potentiomètre de 470 ohms monté dans un pont diviseur constitué par deux résistances de 2,2 kilohms et 680 ohms qui encadrent le potentiomètre et lorsque l'on veut faire varier la tension de sortie, il suffit de jouer sur le curseur de ce potentiomètre ; le collecteur de ce transistor 2N3053 commande la base du dispositif Darlington qui est polarisée par deux résistances de 1 kilohm et 4,7 kilohms est découplée par un condensateur de 100 µF isolé à 64 V.

Un gros condensateur chimique de 2 500 µF (63 V) assure le filtrage final de la tension de sortie disponible, laquelle se trouve mesurée par un voltmètre. Un fusible de 2,5 A assure une protection efficace de l'alimentation stabilisée.

La réalisation de cet ensemble pose peu de problèmes et cette alimentation peut trouver sa place dans un coffret de dimensions approximatives : 20 × 15 × 20 cm

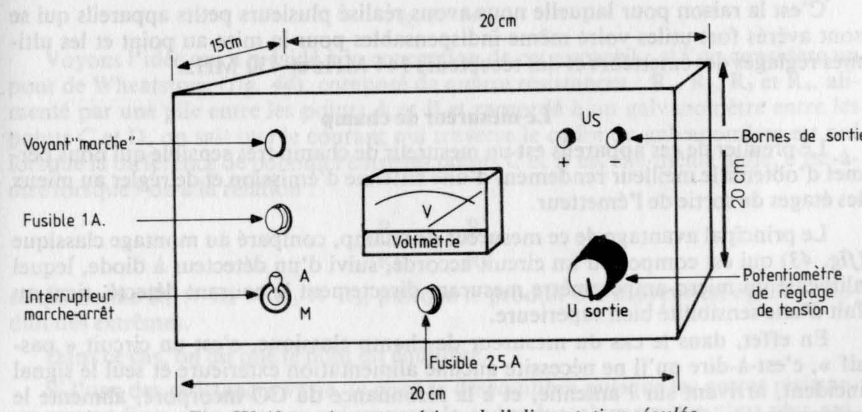


Fig. IV-41. — Aspect extérieur de l'alimentation régulée.

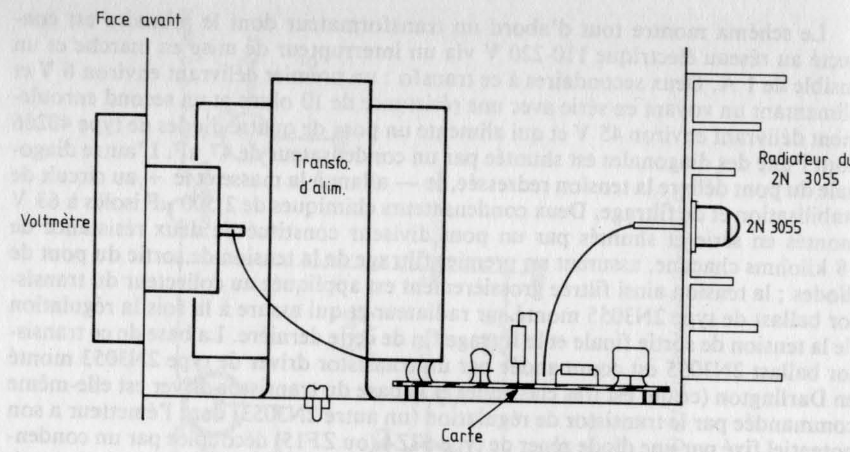


Fig. IV-42. — Disposition interne des composants.

et son aspect extérieur pourra être celui de la *figure 41*. Par contre, la *figure 42* montre la disposition typique des organes et composants à l'intérieur du coffret. Ceci doit être une réalisation exempte de problèmes.

Deux petits appareils pour le réglage et la mise au point des émetteurs-récepteurs 144 MHz

Lorsque l'on veut entreprendre la réalisation de montages émetteurs ou récepteurs, que ce soit en VHF ou en UHF, il est utile de disposer de moyens d'essais et de mesure, mêmes modestes.

C'est la raison pour laquelle nous avons réalisé plusieurs petits appareils qui se sont avérés fort utiles voire même indispensables pour la mise au point et les ultimes réglages des émetteurs et des récepteurs 144 MHz et 430 MHz.

Le mesureur de champ

Le premier de ces appareils est un mesureur de champ très sensible qui nous permet d'obtenir le meilleur rendement d'une antenne d'émission et de régler au mieux les étages de sortie de l'émetteur.

Le principal avantage de ce mesureur de champ, comparé au montage classique (*fig. 43*) qui est composé d'un circuit accordé, suivi d'un détecteur à diode, lequel alimente un micro-ampèremètre mesurant directement le courant détecté, tient au fait d'une sensibilité bien supérieure.

En effet, dans le cas du mesureur de champ classique, c'est un circuit « passif », c'est-à-dire qu'il ne nécessite aucune alimentation extérieure et seul le signal incident, arrivant sur l'antenne, et à la résonnance du CO incorporé, alimente le galvanomètre. Comme il va de soi que la tension reçue par l'antenne n'est pas très

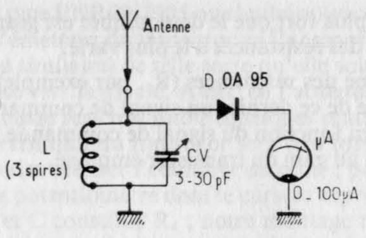


Fig. IV-43

élevée, le courant redressé est très faible et il est bien des cas où l'emploi de ce mesureur de champ n'apporte rien, car la déviation du micro-ampèremètre est nulle, le champ reçu étant trop faible.

Il n'en est pas de même avec notre mesureur de champ à grande sensibilité ; ce dernier est un montage « actif », c'est-à-dire qu'il demande pour fonctionner une alimentation extérieure — par pile — et le champ à mesurer agit comme signal de commande sur un dispositif équilibré (pont) en l'absence de signal et qui tend à se déséquilibrer, d'autant plus que ce signal incident est plus fort. C'est cette tension de déséquilibre que mesure le galvanomètre. Pour une même sensibilité du micro-ampèremètre, la sensibilité globale du mesureur de champ sera plus élevée en raison de l'effet d'amplification.

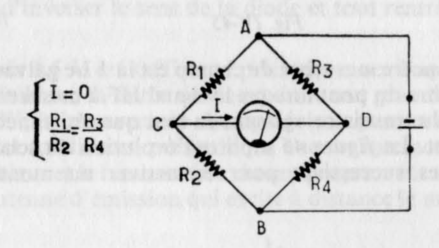


Fig. IV-44

Voyons l'idée qui a présidé à la conception de cet appareil ; si l'on considère un pont de Wheatstone (*fig. 44*), composé de quatre résistances : R_1, R_2, R_3 et R_4, alimenté par une pile entre les points A et B et raccordé à un galvanomètre entre les points C et D, on sait que le courant qui traverse le cadre du galvanomètre est nul lorsque la différence de potentiel entre les points C et D est elle-même nulle, c'est-à-dire lorsque l'on a la relation :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

ce qui donne $R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$, puisque le produit des moyens est égal au produit des extrêmes.

Dans ce cas, on dit que le pont est équilibré.

Si l'une des résistances varie, le pont se déséquilibre puisque les autres résistances restent fixes et le courant qui traverse le cadre du galvanomètre n'est plus nul,

ce courant est d'autant plus fort que le déséquilibre est grand, c'est-à-dire d'autant est plus grand que l'une des résistances a le plus varié.

Si l'on remplace l'une des résistances (R_1, par exemple) par un transistor, et si l'on applique sur la base de ce dernier un signal de commande, ce transistor se bloquera et se débloquera en fonction du signal de commande incident, et ceci avec un effet d'amplification dû au gain du transistor employé.

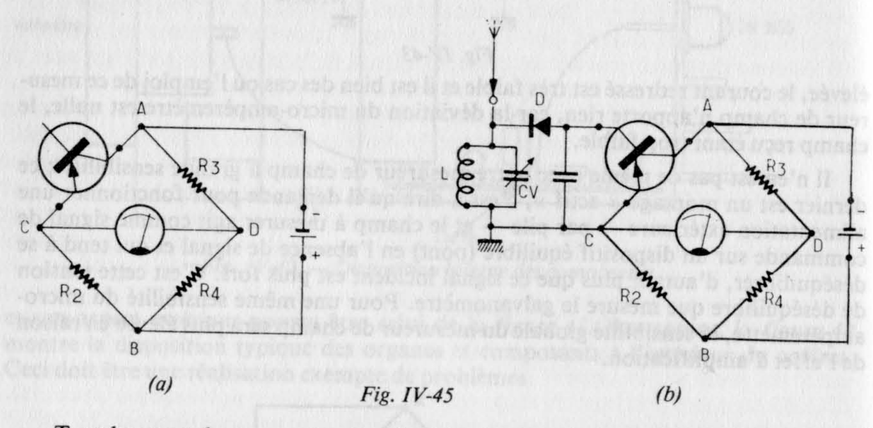


Fig. IV-45

Tout le secret de notre mesureur de champ est là ! Le galvanomètre mesurera le courant de déséquilibre du pont lorsque le signal HF à mesurer sera appliqué après détection, à la base du transistor agissant en tant que résistance variable dans l'une des branches du pont. La *figure 45* montre l'évolution du schéma en représentant les différentes étapes successives pour en arriver au montage définitif de la *figure 46*.

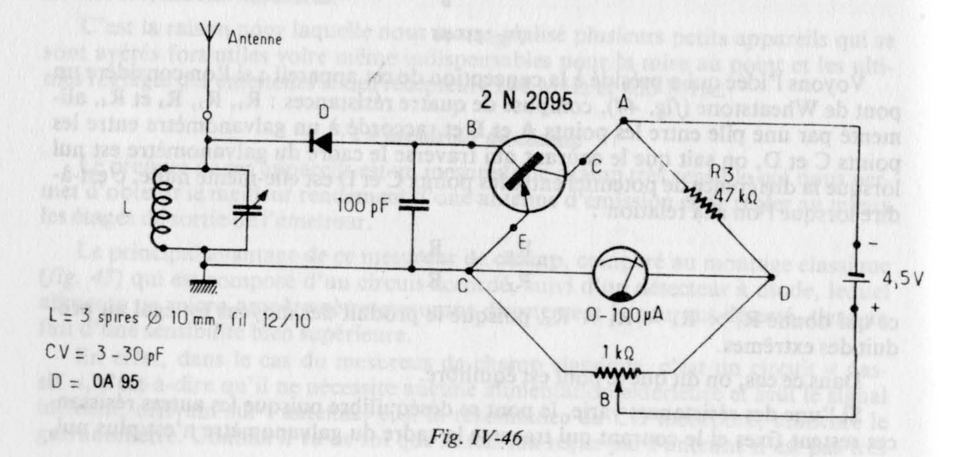


Fig. IV-46

Le transistor sera de type PNP 2N2905 ou similaire) et comme la base devra être au même potentiel que l'émetteur du transistor en l'absence de signal, il faudra placer la diode D (OA95 ou similaire) de telle sorte qu'elle soit dans le sens « conducteur » en allant de la base vers la masse. Ainsi, en l'absence de signal, la résistance intercalée entre base et masse sera très faible (quelques centaines d'ohms) et le transistor sera bloqué. La résistance du transistor sera très forte (plusieurs dizaines de milliers d'ohms) et il faudra réaliser l'équilibre du pont ; pour ce faire, nous avons remplacé R_4 et R_2 par un potentiomètre dont le curseur représente le point B et dont la partie placée entre B et C constitue R_4 ; notre montage reste bien un pont, mais dont il est possible de faire varier le rapport des résistances en déplaçant le curseur du potentiomètre (qui devra être du type linéaire) ; à tire indicatif, nous avons utilisé un potentiomètre à dix tours (professionnel) de façon à obtenir une démultiplication très suffisante, mais un simple potentiomètre classique du commerce convient très bien ! Ainsi donc, en l'absence de signal HF, on réalise l'équilibre du pont à l'aide du potentiomètre de 1 000 ohms et il suffit de placer la petite antenne « fouet » sur le mesureur de champ et l'aiguille du galvanomètre dévie d'autant plus que le signal reçu est plus fort.

L'accord en fréquence du mesureur de champ est réalisé par un CV de 30 pF dont l'axe *est muni* d'un bouton et se trouve fixé sur le panneau avant. Une capacité de 100 pF découple la détection à la sortie de la diode. Si l'équilibre du pont était difficile à obtenir ou si l'arrivée de HF ne faisait pas dévier l'aiguille du galvanomètre il suffirait d'inverser le sens de la diode et tout rentrerait immédiatement dans l'ordre.

Une simple pile de 4,5 V est suffisante pour alimenter l'appareil et sa consommation est des plus faibles ; sa durée de vie est donc très grande. A plusieurs mètres d'un émetteur de 1 W, le mesureur de champ dévie et permet de réaliser des réglages dans d'excellentes conditions, puisqu'il y a aucune interaction entre les circuits du pilote ou du doubleur et le mesureur de champ proprement dit ; c'est vraiment le rayonnement de l'antenne d'émission qui excite à distance le mesureur de champ et

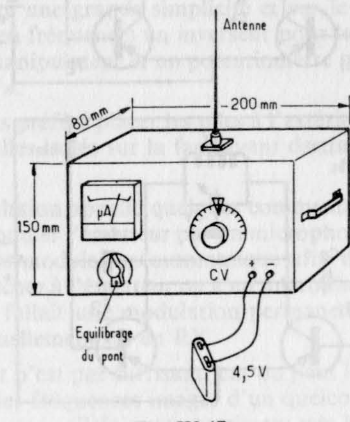


Fig. IV-47

non plus les CO intermédiaires comme c'est parfois le cas lorsque l'on rapproche par trop le mesureur de champ de la platine d'émission.

Enfin, la présentation de ce petit appareil (*fig. 47*) montre un coffret de dimensions : 200 × 80 × 150 mm surmonté d'une antenne fouet (50 à 80 cm de longueur) avec le microampèremètre, le CV, le potentiomètre d'équilibrage et les deux douilles pour l'alimentation sur le panneau avant.

Nous ne saurions trop conseiller à nos amis amateurs et désireux de réaliser par eux-mêmes l'un ou l'autre émetteur, de réaliser en premier lieu ce mesureur de champ qui leur sera un précieux auxiliaire lors des réglages ultérieurs de l'émetteur et de l'adaptation de l'antenne ; moins de temps perdu et un bien meilleur rendement, donc une portée plus importante.

Un émetteur VHF automatique

Le second instrument que nous voulons décrire ici n'est autre qu'un petit émetteur de faible portée, modulé automatiquement et qui sera d'une aide précieuse pour la mise au point des circuits de réception.

C'est donc un petit émetteur VHF délivrant tout de même 0,3 à 0,5 W et modulé soit par un circuit « bip-bip » automatique, soit par une manipulation manuelle ; le circuit VHF est un oscillateur symétrique, tiré du multivibrateur BF classique dans le circuit des émetteurs.

L'oscillateur VHF est constitué de deux transistors 2N2218 (type NPN) au silicium qui sont montés comme dans un circuit multivibrateur, avec un circuit oscillant LC au lieu des circuit RC classique ; l'oscillation est entretenue au moyen de deux condensateurs fixes de 100 pF qui relient la base de l'un au collecteur de

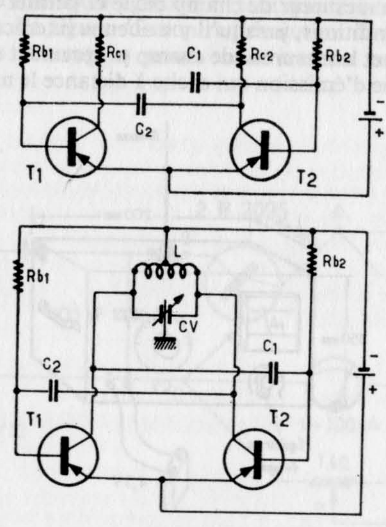


Fig. IV-48

l'autre et vice versa ; l'accord en fréquence est obtenu par un CV symétrique de 50 pF et la polarisation de base fixée par des résistances de 27 000 ohms.

Une résistance de 50 Ω montée dans l'alimentation commune des émetteurs permet de créer une charge pour la modulation BF ; un découplage avec une capacité de 10 nF évite de perdre une HF précieuse dans la résistance de 50 Ω. La modulation BF est appliquée à l'oscillateur par le truchement d'une capacité de 40 µF ; le schéma de la partie VHF (*fig. 49*) montre le couplage de l'antenne par une spire couplée au CO et donne les valeurs des composants.

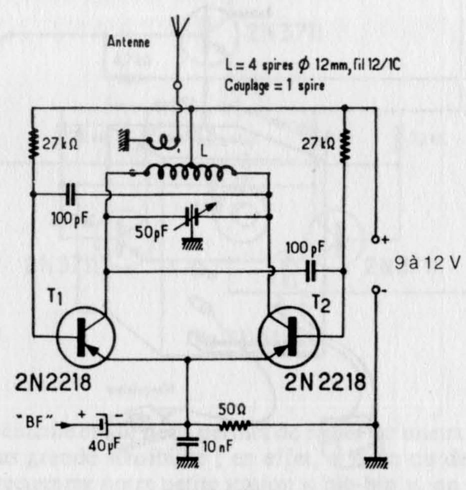


Fig. IV-49

La présentation de l'ensemble (*fig. 50*) sous forme d'un coffret de 100 × 120 × 200 mm laisse apparaître une grande simplicité et sur le panneau avant se trouvent : le CV (excursion en fréquence) un inverseur pour les deux types de modulation, une prise pour le manipulateur et un potentiomètre qui permet de faire varier la rapidité des « bip-bip ».

Là encore nous avons préféré placer les piles à l'extérieur et c'est la raison pour laquelle il y a deux douilles isolés sur la face avant destinées au raccordement des piles d'alimentation.

Le procédé de modulation appelle quelques commentaires : en effet il est parfaitement possible de moduler l'émetteur par un microphone, mais le but recherché étant d'émettre avec une modulation automatique afin de faire des essais et des réglages sans avoir à toucher à l'émetteur ou à un microphone, ce qui donnerait des effets de « Larsen », il fallait une modulation permanente et distincte de ce que l'on peut entendre habituellement sur un RX.

Un simple sifflement n'est pas suffisant, car on peut le perdre ou le confondre avec un autre ou avec des fréquences images d'un quelconque émetteur, mais par contre les « bip-bip » personnalisés se reconnaissent très bien, et surtout se retrou-

vent facilement si on les a perdus, ce qui est loin d'être le cas avec une modulation microphonique ou un sifflement continu. C'est la raison pour laquelle nous affectionnons tout particulièrement ces modulations quelque peu originales !

Le montage en est le suivant : Un multivibrateur à 800 ou 1 000 périodes oscille, mais pour ce faire, il faut que le transistor de commande inséré dans le retour des émetteurs du multivibrateur soit débloqué ; lorsqu'il est bloqué, le multivibrateur, n'étant pas alimenté correctement est muet.

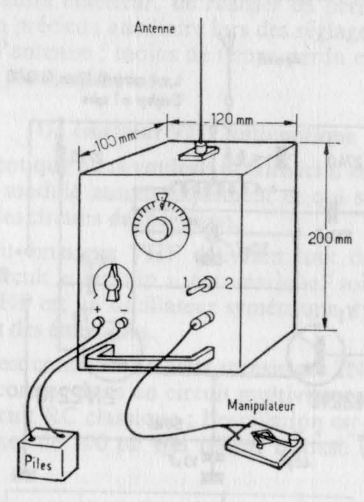


Fig. IV-50

Et là, deux possibilité : ou, a) : l'inverseur est sur la position « 1 » et lorsque le manipulateur est enfoncé, la base du transistor de commande est polarisée positivement, ce qui débloque le transistor et alimente le multivibrateur : d'où oscillation à 800 ou 1 000 périodes et modulation de l'émetteur.

Ou b) : l'inverseur est sur la position « 2 » et l'effet du manipulateur est nul, mais par contre, un second multivibrateur à fréquence très basse (de 1 à 2 périodes par seconde ou même moins) alimente la base du transistor de commande d'une façon cyclique et par voie de conséquence le multivibrateur à fréquence audible est alimenté d'une façon cyclique, d'où le nom de « bip-bip ». La modulation appliquée à l'émetteur est elle aussi cyclique et le résultat recherché est obtenu : notre émetteur rayonne des trains de fréquences audibles, très faciles à retrouver sur un récepteur ; il est possible de faire varier la fréquence des trains d'ondes au moyen du potentiomètre de 2 kΩ monté en résistance variable qui permet de modifier la constante de temps du multivibrateur de commande ; la tension disponible à la sortie du modulateur est de plusieurs volts et très largement suffisante pour moduler à 100 % l'émetteur. L'une des applications de ce petit émetteur est la suivante : lors des essais d'une station mobile, il est utile de disposer d'un émetteur de faible puissance qui reste au QRA, qui ne gêne pas la bande OM mais qui permet d'être reçu

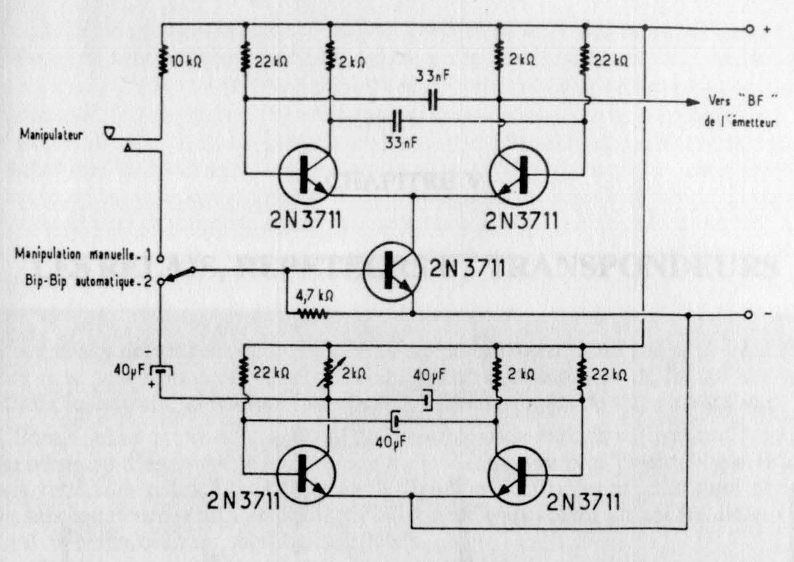


Fig. IV-51

par le récepteur du véhicule et qui nous permet de régler au mieux les divers circuits afin d'en tirer la plus grande sensibilité ; en effet, si à un ou deux kilomètres du QRA on entend correctement notre petite station « bip-bip », on obtiendra de bien meilleurs résultats avec des stations plus puissantes et le trafic OM en sera grandement amélioré.

Conclusion

Rappelons que ces deux montages, mesureur de champ et émetteur automatique n'ont d'autres buts que de procéder à des essais et aux réglages d'équipements destinés au trafic normal ; se sont des appareil de mesures et d'essais et non des récepteurs ou des émetteurs proprement dits, bien que le principe de base en soit le même !

Il est un OM à qui nous voudrions ici rendre hommage : c'est notre ami Pierre F 3 B H de Tours, qui en 1954 avait donné ce conseil particulièrement judicieux : « Avant d'entreprendre la construction d'un récepteur ou d'un émetteur, il est important de commencer par fabriquer les moyens de contrôle qui seront indispensables pour tirer le maximum de l'émetteur comme du récepteur. »

A notre connaissance F 3 B H a pratiqué l'émission d'amateur pendant une quarantaine d'années et ses conseils se sont toujours avérés parfaitement exacts !

Malheureusement notre ami Pierre nous à quittés et nous voulons ici rendre hommage à sa mémoire et le remercier pour tous ses précieux conseils pleins de bon sens.

W.T. pour radio amateur, 144 et 432 MHz.

CHAPITRE V

LES RELAIS, REPETEURS ET TRANSPONDEURS

Au cours des chapitres précédents, nous avons mentionné les relais, les répéteurs et les transpondeurs et la possibilité pour des amateurs de les utiliser pour faciliter les liaisons par rapport au simple trafic en simplex de station à station.

Sans vouloir entrer dans le détail de la constitution et de la réalisation d'une station relais ou d'un système transpondeur embarqué à bord d'un satellite artificiel, nous voudrions ici expliquer les grandes lignes et décrire les procédés qui permettent aux amateurs d'utiliser ces installations qu'elles soient au sol (relais et répéteurs) ou embarqués sur satellites artificiels.

Tout d'abord, quelques généralités et définitions : qu'est-ce qu'un relais ?

Un relais est une installation qui permet de relayer une émission provenant d'une direction pour la transmettre soit dans une autre direction, soit dans toutes les directions avec une plus grande puissance. Un relais sera donc constitué d'un récepteur sensible avec son antenne, d'un émetteur plus ou moins puissant avec son antenne et d'un circuit interface qui recevra le signal de modulation issu du récepteur pour le donner à l'émetteur qui le retransmettra à son tour (*fig. 1*).

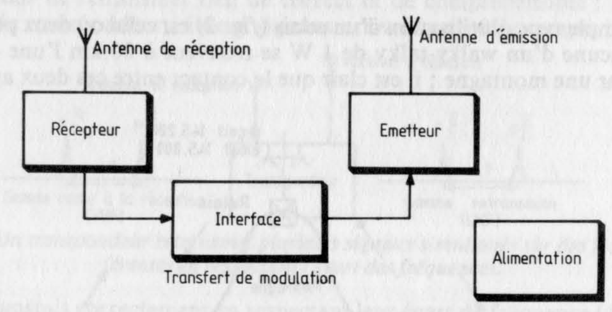


Fig. V-1. — Constitution simple d'un relais.

Dans le cas le plus général, le récepteur sera calé sur une seule fréquence (un seul canal) et l'émetteur n'émettra que sur une seule fréquence. La fréquence de réception sera toujours différente de la fréquence d'émission de telle sorte que le récepteur ne reçoive pas le signal de l'émetteur, ce qui dans le cas contraire ferait un remarquable oscillateur.

L'écart de fréquence type entre l'émission et la réception est de 600 kHz, mais cette valeur n'a rien d'impératif, elle pourrait être bien supérieure (ce qui est le cas dans les transpondeurs, ainsi que nous le verrons plus loin).

Ainsi donc, si le récepteur reçoit un signal sur 145 000 MHz il transmet la modulation à l'émetteur qui le retransmet sur 600 kHz plus haut, à savoir sur 145 600 MHz. Il pourrait très bien le retransmettre 600 kHz plus bas, mais en Europe, il a été décidé que les relais émettraient 600 kHz plus haut qu'ils ne reçoivent, alors qu'aux USA, c'est le contraire, les relais émettant 600 kHz plus bas qu'ils ne reçoivent.

Comme généralement la puissance d'émission d'un relais est élevée afin de porter le plus loin possible, il faut éviter qu'un relais implanté dans une région ne puisse être reçu par un autre relais implanté à quelque distance, ce qui créerait là encore des interférences et des perturbations sans fin ; dans ce but, il a été décidé d'un plan de répartition de fréquences de telle sorte que si deux relais sont susceptibles de se recevoir mutuellement, leur distance est telle que pratiquement celà soit impossible. Des régions voisines seront donc équipées de relais disposant de fréquences très différentes.

Les relais fonctionnent exclusivement en FM et seul le trafic FM est admis sur les relais qui ont été conçus et réalisés pour celà ; pas question d'essayer de trafiquer en AM ou en CW.

Le relais de la région parisienne émet sur 145 600 MHz et pour l'utiliser il faudra donc émettre soi-même sur 145 000 MHz. Le relais de la région du Mans émet sur 145 700 MHz et pour l'utiliser il faudra émettre soi-même sur 145 100 MHz, etc.

Pour trafiquer par relais, il faudra donc que l'émetteur-récepteur utilisé dispose de la possibilité de décaler de 600 kHz la fréquence d'émission de la fréquence de réception.

Un exemple type d'utilisation d'un relais (*fig. 2)* est celui où deux personnes disposant chacune d'un walky-talky de 1 W se trouvent à 80 km l'une de l'autre et séparées par une montagne ; il est clair que le contact entre ces deux appareils sera

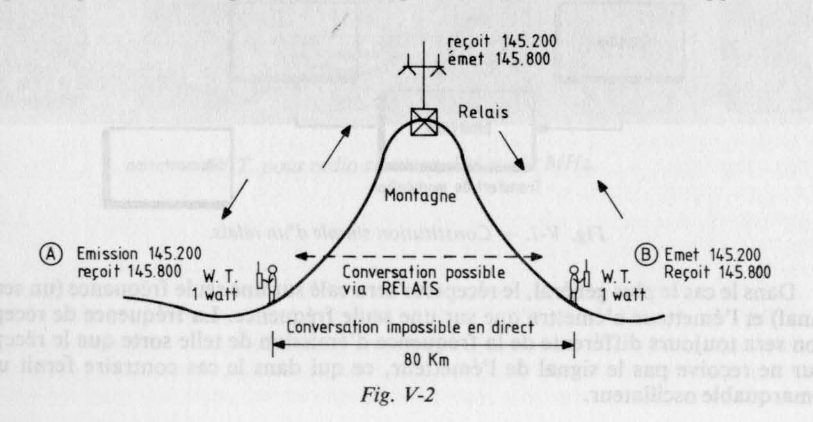


Fig. V-2

impossible ; mais si un relais est installé sur le sommet de la montagne, ces deux personnes pourront dialoguer ensemble par l'intermédiaire du relais. Si le relais fonctionne sur 145 800 à l'émission et par conséquent sur 145 200 à la réception, il suffira que les deux walkies-talkies soient tous deux réglés pour émettre sur 145 200 MHz (fréquence d'entrée du relais) et sur 145 800 MHz à la réception (fréquence de sortie du relais).

Lorsque A parlera, le relais le recevra et retransmettra à B son message et lorsque B répondra, le relais retransmettra vers A le message reçu de B et ainsi de suite. Le dialogue impossible en direct devient parfait via relais ou encore via répéteur, puisque le terme de répéteur est synonyme de relais. Le répéteur est l'appareil technique (c'est-à-dire l'ensemble de l'émetteur, du récepteur, des circuits de commande et d'interface) alors que le relais est plutôt le bâtiment situé sur un point haut et qui assure cette fonction de relayage des messages radio.

Les relais (ou les répéteurs) sont toujours installés à poste fixe sur un point haut (une montagne ou un immeuble de grande hauteur) mais jamais (en pratique s'entend) sur un mobile ou dans un satellite artificiel ; il existe des relais mobiles que certaines administrations utilisent, mais dans le cas d'installations provisoires et les relais ne fonctionnent pas en cours de déplacement. Par contre, ce sont des transpondeurs qui sont embarqués à bord des satellites artificiels ; qu'est-ce qu'un transpondeur ? Un transpondeur est un système qui reçoit un message radio et qui le retransmet ; pour le moment la définition pourrait s'appliquer au répéteur que nous venons de voir ; en effet, mais la similitude s'arrête là, car si le répéteur reçoit un canal déterminé et retransmet sur un canal déterminé décalé de 600 kHz par rapport au canal de réception, le transpondeur **reçoit toute une gamme de fréquences** et retransmet **toute une gamme de fréquences**, en respectant à la retransmission l'écart entre deux émissions qui arrivent en même temps sur deux fréquences voisines ; dans le cas du répéteur, s'il y a deux signaux simultanés, celà crée un brouillage et le relais ne retransmet rien de correct ni de compréhensible ; par contre, dans le cas du transpondeur, si deux signaux arrivent en même temps, ils sont tous

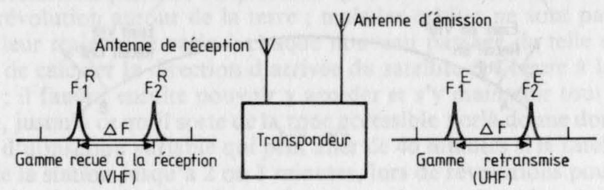


Fig. V-3. — Un transpondeur retransmet plusieurs signaux simultanés sur des fréquences différentes en respectant l'écart des fréquences.

les deux retransmis correctement en respectant leur écart de fréquence (*fig. 3*). Prenons un exemple : un transpondeur embarqué sur un satellite artificiel reçoit la gamme VHF et plus particulièrement la gamme amateur 144-146 MHz ; pour éviter les brouillages avec toutes les stations au sol, il a été décidé que ce satellite ne recevrait par exemple que la sous-gamme 145 850 jusqu'à 145 950 MHz soit une plage de 100 kHz. Toutes les stations émettant entre 145 850 et 145 950 seront perçues par le satellite lorsqu'il sera accessible c'est-à-dire lorsqu'il survolera l'hémisphère où se trouvent ces stations. Le transpondeur du satellite émettant en UHF

(bande 430 MHz par exemple) retransmettra sur UHF les messages reçus en VHF tout en conservant les différences de fréquences entre stations. Sa gamme de retransmission sera par exemple 432 000 à 432 100 MHz soit également une plage de 100 kHz ; si trois émission VHF sont reçues par le transpondeur du satellite sur les fréquences 145 860 pour la première, 145 880 pour la deuxième et 145 920 pour la troisième, le transporteur retransmettra la première sur 432 010, la deuxième sur 432 030 et la troisième sur 432 070.

Et ceci simultanément, de telle sorte que plusieurs QSO indépendants puissent se tenir via le même transpondeur, mais sans interférence entre eux et sans qu'il soit besoin que l'un ne cesse avant que l'autre ne commence, comme c'est le cas pour les répéteurs. Contrairement aux répéteurs qui utilisent toujours la FM, les transpondeurs utilisent toujours la BLU et la CW.

Si la couverture d'un relais est généralement de l'ordre d'une centaine de kilomètres, la couverture d'un transpondeur embarqué sur satellite est de plusieurs milliers de kilomètres, car le satellite se situe à très haute altitude et par voie de conséquence couvre une beaucoup plus grande partie de l'hémisphère qu'il survole, mais en contrepartie, comme le satellite tourne autour de la terre (généralement en 2 heures) il n'est accessible que pendant environ 1/2 heure toutes les deux heures, mais pendant cette demi-heure, il est possible de contacter une station à 10 000 km en VHF ou en UHF, ce qui est absolument impossible à partir des simples liaisons directes, voire même via répéteurs au sol.

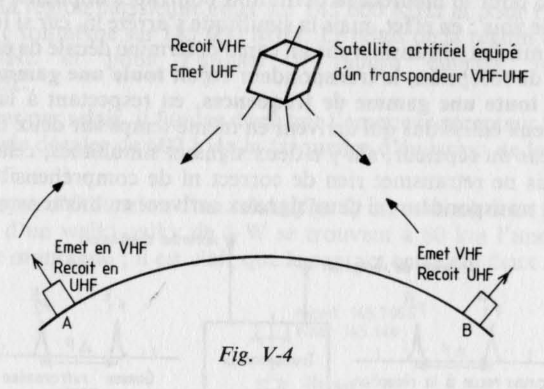


Fig. V-4

Les répéteurs et les transpondeurs sont donc très complémentaires et ne se font nullement concurrence. Les règles de trafic sont différentes, de par leur conception même ; dans le cas d'un trafic par répéteur au sol (ce qui est très largement répandu maintenant) la courtoisie doit être de règle, car si l'on émet alors qu'une autre station parle, on crée obligatoirement du brouillage, les modulations ne se superposant pas forcément mais se brouillant mutuellement ; il faut donc attendre que l'autre station ait fini de parler pour émettre à son tour, et s'il y a beaucoup de monde, il peut être difficile de placer un message.

Par contre, le répéteur fonctionne 24 heures sur 24 et il est généralement possible de l'utiliser aux heures creuses pour ne pas trop le surcharger aux heures de fort

trafic. De même, aux heures de trafic intense, il est de règle de réserver l'usage du répéteur aux stations mobiles ou portatives qui ne disposent pas de fortes puissances ni d'antennes aussi efficaces que les stations fixes. Néanmoins, lorsque la densité du trafic le permet, il n'est par interdit aux stations fixes de trafiquer via répéteur, et tout particulièrement pour contacter des stations très lointaines (appelées DX) qui peuvent être situées à 200 ou 300 km et plus.

Un autre point de procédure : lorsqu'il n'y a pas de trafic sur un répéteur, ce dernier est en veille : il reçoit, mais n'émet pas, puisque personne ne l'utilise à ce moment ; pour pouvoir l'utiliser, il est nécessaire de le déclencher au moyen d'une tonalité d'appel qui est une note musicale de 1 750 Hz et qui, lorsqu'elle est reçue par le récepteur du relais, met en route l'émetteur qui répond alors en transmettant automatiquement son indicatif d'appel et la lettre K qui signifie une invitation à transmettre ; à chaque fin de message d'un correspondant, le répéteur émet la lettre K et un autre correspondant peut alors émettre à son tour.

Lorsque le dernier message est passé et s'il n'y a plus de signaux reçus par le relais, n'ayant plus rien à retransmettre, il envoie un signal de fin de transmission suivi de son indicatif et retombe en veille. Dans le cas où une fréquence perturbatrice bloquerait le répéteur pendant un certain temps, il est prévu une constante de temps (de une à trois minutes) qui fait retomber le répéteur à l'état de veille.

Les stations relais sont généralement sous la responsabilité de certaines personnes ou administrations qui peuvent le mettre en route ou lui interdire tout fonctionnement et ceci par télécommande radio au moyen d'un message codé à plusieurs tonalités qui donnent l'ordre au relais de rester en veille et de ne plus émettre jusqu'à nouvel ordre ; dans ce cas, le relais ne répond plus aux appels à 1 750 Hz qui peuvent lui parvenir et il reste muet, jusqu'à ce que les responsables en décident autrement.

Par contre, en ce qui concerne les transpondeurs, les règles de trafic sont très différentes : en effet le transpondeur embarqué sur un satellite est par définition mobile et accessibles pendant des périodes égales ou inférieures à 30 minutes et ceci à chaque révolution autour de la terre ; mais les orbites ne sont pas toujours les mêmes et leur trajectoire varie à chaque nouveau passage de telle sorte qu'il est nécessaire de calculer la direction d'arrivée du satellite et l'heure à laquelle il sera accessible ; il faudra ensuite pouvoir y accéder et s'y maintenir tout en suivant sa trajectoire, jusqu'à ce qu'il sorte de la zone accessible ; celà donne donc en pratique une durée d'utilisation variable qui peut aller de 40 minutes si le satellite passe à la verticale de la station jusqu'à 2 ou 3 minutes, lors de révolutions pour lesquelles le satellite passe seulement à l'horizon.

Ces calculs sont passionnants mais nécessaires si l'on veut bénéficier au maximum de l'efficacité du transpondeur embarqué.

Comment trafiquer avec ces transpondeurs ?

Il faut tout d'abord pouvoir y accéder et pour celà pointer son antenne dans la direction déterminée où doit arriver le satellite et rechercher sa balise ; chaque satellite possède en effet une balise qui émet dans la bande utilisée et qui permet de

le localiser et de parfaire les réglages, car il ne faut pas oublier que l'effet Doppler joue un rôle dans ce cas, car le mobile qu'est le satellite est animé d'une grande vitesse par rapport au sol, et l'effet Doppler jouant un rôle d'autant plus important que la vitesse relative du satellite par rapport à la station est élevée, il apparaîtra une différence de fréquence entre les signaux émis par le satellite et les signaux reçus au sol, la différence étant de l'ordre de 5 kHz dans un sens ou dans l'autre suivant que le satellite se rapproche ou s'éloigne de la station ; exemple : la balise du satellite émet sur 145 875 MHz par exemple ; lorsque le satellite se rapproche de la station qui l'écoute, on la recevra sur 145 880 MHz et progressivement cette fréquence va diminuer jusqu'à 145 875 au moment où le satellite sera à la verticale et continuera à diminuer jusqu'à 145 870 au moment où le satellite se sera éloigné au maximum ; il faut donc tenir compte de ce décalage en fréquence et retoucher de temps en temps l'accord de la station pour compenser cette différence. Lorsque l'on a obtenu la balise du satellite dans de bonnes conditions, il suffit d'écouter la gamme d'utilisation en balayant cette plage et en répondant aux appels lointains que l'on aura ainsi captés ; il est tout aussi possible de lancer appel et d'écouter les réponses des correspondants et de trafiquer de la même manière que sur les bandes de fréquences traditionnelles en se rappellant que ces liaisons sont de courte durée et que progressivement, au fur et à mesure que le satellite s'éloigne, le signal diminue et finit par disparaître. Il faudra attendre l'orbite suivante et procéder de la même manière.

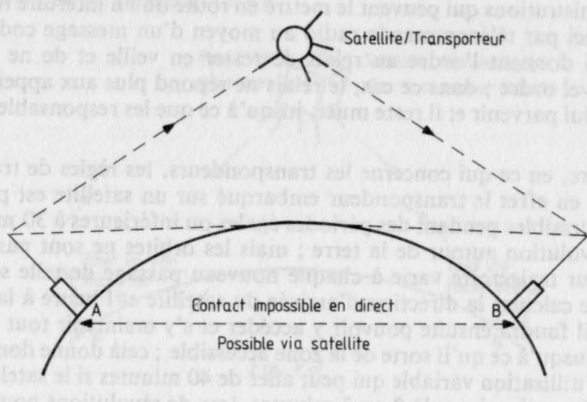


Fig. V- 5

Alors que le répéteur est temporisé pour limiter les risques de brouillage et d'interférence, il n'en est pas de même pour les transpondeurs qui fonctionnent en permanence, à l'exception des périodes prévues par leurs responsables pour permettre la recharge des batteries embarquées, à partir de cellules solaires ou pour permettre une utilisation autre que celle du trafic amateur.

Donnons maintenant les caractéristiques principales des principaux satellites artificiels utilisables par les amateurs :

OSCAR 6 : satellite américain le plus ancien.

Fréquence d'entrée : de 145 900 MHz à 146 000 MHz.
Mode de trafic : USB = Bande latérale unique supérieure.
Fréquence de sortie : 29 450 MHz à 29,550 MHz.
Mode de trafic : USB.
Balise du satellite : 29 450 MHz.

OSCAR 7 : satellite américain récent.

MODE A Fréquences d'entrée : 145 850 à 145 950 MHz.
Mode de trafic : USB.
Fréquence de sortie : 29 400 à 29 500 MHz.
Mode de trafic : USB.
Balise de satellite : 29 502 MHz.

Le MODE A est utilisé certains jours.

MODE B Fréquences d'entrée : 432 125 à 432 175 MHz.
Mode de trafic : USB.
Fréquence de sortie : 145 925 à 145 975 MHz.
Mode de trafic : LSB = Bande latérale unique inférieure.
Balise du satellite : 145 972 MHz et 435 100 MHz.

Le MODE B est utilisé certains autres jours.

Il existe également trois autres satellites artificiels, l'un est américain : OSCAR 8 dont les fréquences d'utilisation sont voisines de celles qui sont utilisées pour OSCAR 6 et 7 et deux satellites soviétiques ouverts également au trafic amateur et qui fonctionnent sur des fréquences voisines de celles qu'utilise OSCAR 7, c'est-à-dire sur les extrémités hautes des bandes amateurs 29 MHz, 145 MHz et 432 MHz.

A noter qu'il est très facile de trafiquer via ces satellites au moyen des transceivers VHF ou UHF fonctionnant en BLU que nous avons vus au chapitre précédent, mais le problème des antennes est important car pour obtenir de bons résultats, il est généralement nécessaire de disposer d'antennes à gain (Yagi à plusieurs éléments) que l'on peut orienter en site et en azimut afin de suivre le satellite suivant son orbite. Si l'on ne dispose pas de telles antennes, on se bornera à trafiquer via satellite seulement lorsque ce dernier passera à la verticale de la station, c'est-à-dire en fin de compte en de rares occasions.

Mais ce type de trafic est passionnant car il allie non seulement l'étude des orbites de satellites à la technologie la plus sophistiqué en matière de télécommunications, mais aussi par les résultats spectaculaires que l'on obtient à partir de ce type de trafic.

CHAPITRE VI

ANTENNES

Nous allons voir successivement les principales antennes utilisées pour les émetteurs-récepteurs, qu'ils soient portatifs ou mobiles, qu'ils fonctionnent en VHF ou en UHF.

Le QUART D'ONDE : Le quart d'onde est l'antenne la plus simple qui soit et c'est l'antenne la plus largement utilisée sur les walkies-talkies car elle est à la fois efficace et peu encombrante.

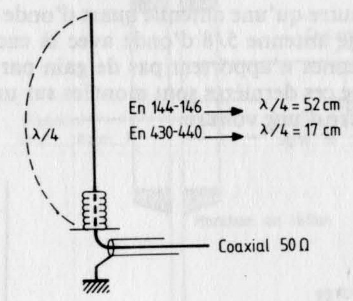


Fig. VI-1. — Antenne quart d'onde.

Son aspect (*fig. 1*) montre un petit fouet, isolé à sa base et alimenté par un câble coaxial de 50 ohms d'impédance caractéristique ; sa longueur est donc du quart de la longueur d'onde soit, pour la bande amateur 144-146 MHz, d'environ 52 cm à partir du plan de masse où elle est fixée ; pour la bande amateur 430 MHz, sa longueur sera d'environ 17 cm ; ces valeurs correspondent au milieu des bandes amateurs, valeur pour laquelle ses antennes seront le mieux accordées.

L'ANTENNE 5/8 D'ONDE : Cette antenne, très largement utilisée sur les véhicules est un peu plus longue que le 1/4 d'onde et apporte un gain de 3 dB par rapport à l'antenne 1/4 d'onde. Son aspect (*fig. 2*) montre un fouet ayant à sa base une self de quelques spires. Si l'on veut réaliser une antenne 5/8 d'onde pour la gamme amateur 144-146 MHz, il suffira de prendre de la corde à piano de forte section (3 ou 4 mm) et de confectionner un fouet supérieur de 1 230 mm prolongé de 5 spires de diamètre 30 mm puis d'un élément vertical de 50 mm, ainsi que le montre notre croquis.

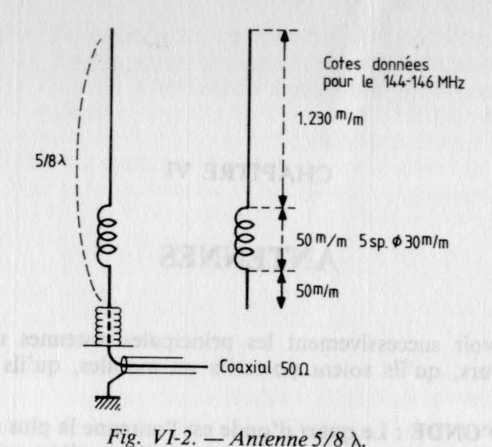


Fig. VI-2. — Antenne 5/8 λ.

L'ANTENNE GROUND PLANE : Plus spécialement utilisée dans les stations fixes, cette antenne n'est autre qu'une antenne quart d'onde avec un plan de masse artificiel (*fig. 3*) ou qu'une antenne 5/8 d'onde avec là encore un plan de masse artificiel (*fig. 4*). Ces antennes n'apportent pas de gain par rapport aux antennes 1/4 d'onde ou 5/8, lorsque ces dernières sont montées sur une plan de masse naturel, tel que le toit ou le coffre d'une voiture.

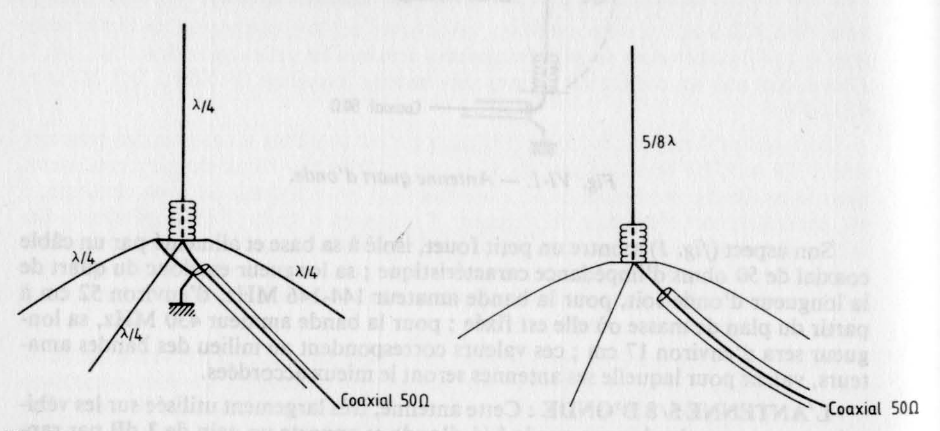


Fig. VI-3. — Antenne Ground-Plane 1/4 d'onde. *Fig. VI-4. — Antenne Ground-Plane 5/8 λ.*

L'ANTENNE TOPFKREIS : Cette antenne (*fig. 5*) est intéressante car elle apporte un gain que l'on estime à 6 dB par rapport à l'antenne quart d'onde ; découverte il y a peu de temps, l'idée de cette antenne originale est tirée de l'antenne en « J » qui, elle, est assez ancienne ; tous les essais que nous avons pu effectuer avec plusieurs antennes de ce type de fabrication amateur (c'est-à-dire par nous-

mêmes) ont montré son efficacité et son gain d'au minimum 6 à 7 dB par rapport à l'antenne quart d'onde ; certains contestent ce gain et donnent à l'appui de savants calculs mathématiques ; quant à nous, nous nous bornons à constater que les résultats étaient bien meilleurs à grande distance avec une Topfkreis qu'avec une 5/8 et à plus forte raison qu'avec un simple 1/4 d'onde.

Certains amateurs utilisent cette antenne en mobile avec d'excellents résultats ; pour notre part, nous préférons employer une antenne 5/8 en mobile, compte tenu de l'encombrement prohibitif de la Topfkreis sur le toit d'une voiture.

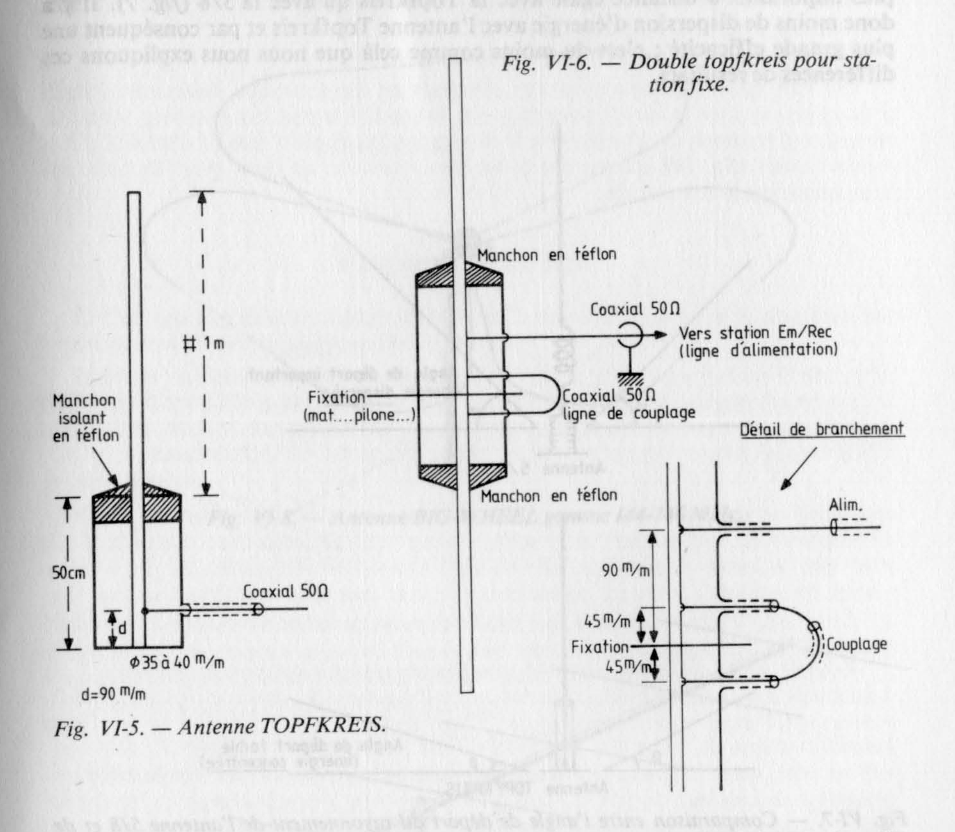


Fig. VI-6. — Double topfkreis pour station fixe.

Fig. VI-5. — Antenne TOPFKREIS.

Par contre il nous a paru intéressant de pousser plus avant l'étude de la Topfkreis et d'en réaliser une double (*fig. 6*) qui étant utilisée en station fixe donne un gain que nous avons pu estimer à 9 dB par rapport au quart d'onde. Là encore, certains contestent ces résultats alors que nous nous bornons à constater l'amélioration très nette des résultats obtenus à grande distance en utilisant successivement un 1/4 d'onde, une 5/8 d'onde une antenne Topfkreis simple puis enfin une double Topfkreis ; les résultats, plusieurs fois répétés donnent les valeurs suivantes :

— niveau de référence : signal obtenu avec le 1/4 d'onde ;
— avec la 5/8 d'onde : 3 dB de mieux qu'avec le 1/4 d'onde ;
— avec le Topfkreis simple : 6 dB de mieux qu'avec le 1/4 d'onde ;
— avec le Topfkreis double : 9 dB de mieux qu'avec le 1/4 d'onde.

Nous nous expliquons ces résultats en pensant que l'angle de départ des signaux est plus faible avec une Topfkreis qu'avec une 5/8 d'onde et par voie de conséquence, l'énergie étant concentrée dans un angle solide plus petit, cette énergie est plus importante à distance égale avec la Topfkreis qu'avec la 5/8 (*fig. 7*). Il y a donc moins de dispersion d'énergie avec l'antenne Topfkreis et par conséquent une plus grande efficacité ; c'est du moins comme celà que nous nous expliquons ces différences de résultats.

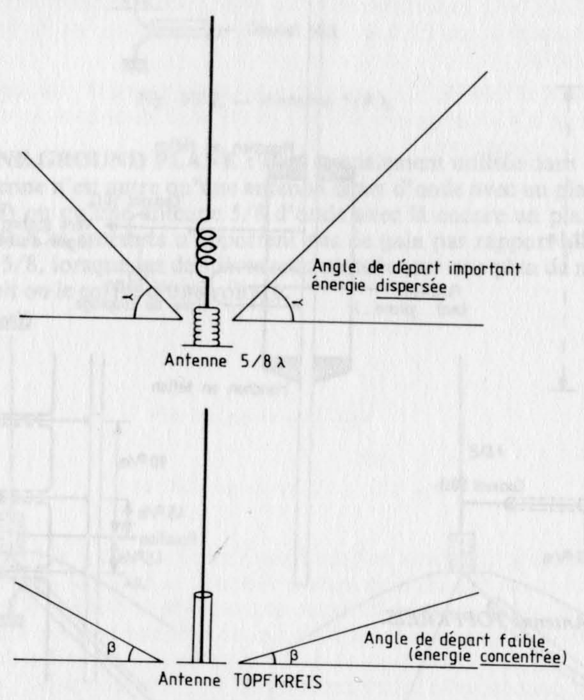


Fig. VI-7. — Comparaison entre l'angle de départ du rayonnement de l'antenne 5/8 et de l'antenne TOPFKREIS, l'énergie est concentrée avec la TOPFKREIS et se disperse beaucoup moins.

Il existe encore bien d'autres types d'antennes qui peuvent être utilisées en mobile ou en poste fixe ; citons, sans nous y attarder l'antenne Piston qui rappelle un peu la Topfkreis en plus compliqué ; citons également les antennes complexes qui ont été mises au point pour les véhicules de la SNCF mais qui sortent tout-à-fait du domaine de cet ouvrage.

Citons, car elle est assez répandue, l'antenne Big Wheel ; cette antenne (*fig. 8*) utilisée dans la gamme 144-146 MHz donne un gain de 4 dB par rapport au quart d'onde et sensiblement omni-directionnelle est intéressante pour des stations fixes.

Citons enfin les antennes les plus largement utilisées, à savoir les antennes Yagi qui sont utilisées aussi bien en VHF qu'en UHF, en TV aussi bien qu'en émission d'amateur ; l'antenne Yagi possède un plus ou moins grand nombre d'éléments et plus il y a d'éléments, plus sa directivité est marquée et plus grande est son efficacité.

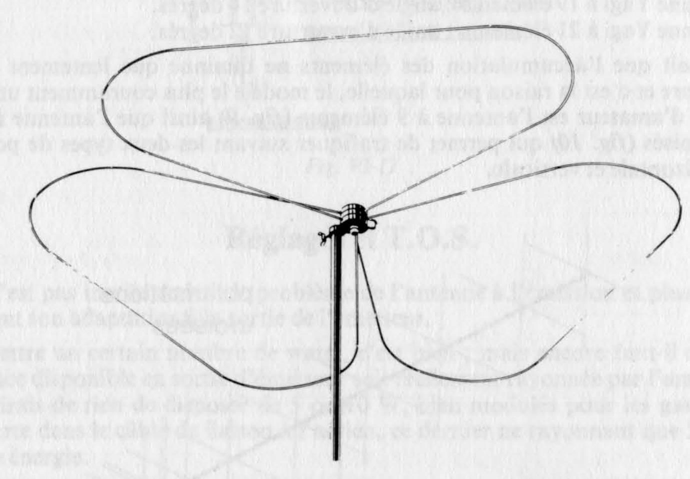


Fig. VI-8. — Antenne BIG-WHEEL gamme 144-146 MHz.

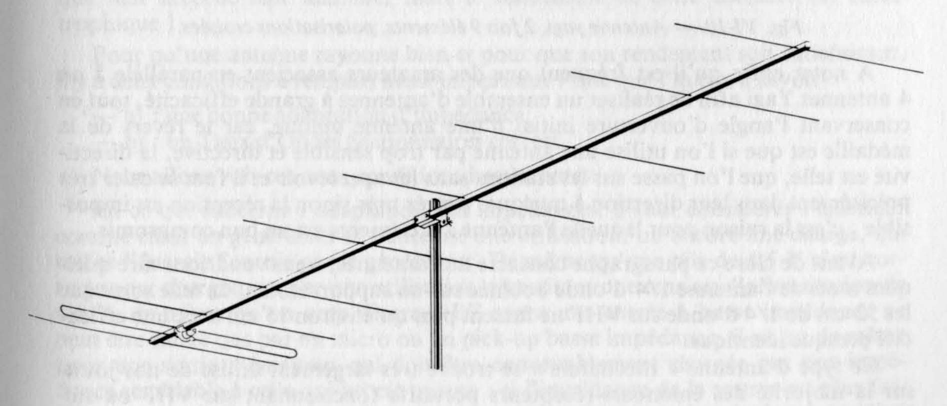


Fig. VI-9. — Antenne yagi à 9 éléments polarisation horizontale.

Les antennes Yagi existent en 4 éléments, 9 éléments, 16 éléments, 19 éléments, 21 éléments en polarisation horizontale ou en polarisation verticale ; il existe également des antennes Yagi à polarisation croisée c'est-à-dire pouvant fonctionner indifféremment en polarisation verticale ou en polarisation horizontale.

Comparons l'efficacité des antennes Yagi en fonction du nombre d'éléments :

Antenne Yagi à 4 éléments : angle d'ouverture 27 degrés.
Antenne Yagi à 9 éléments : angle d'ouverture 19 degrés.
Antenne Yagi à 16 éléments : angle d'ouverture 16 degrés.
Antenne Yagi à 19 éléments : angle d'ouverture 14 degrés.
Antenne Yagi à 21 éléments : angle d'ouverture 12 degrés.

On voit que l'accumulation des éléments ne diminue que lentement l'angle d'ouverture et c'est la raison pour laquelle, le modèle le plus couramment utilisé en émission d'amateur est l'antenne à 9 éléments (*fig. 9*) ainsi que l'antenne à 9 éléments croisés (*fig. 10*) qui permet de trafiquer suivant les deux types de polarisation, horizontale et verticale.

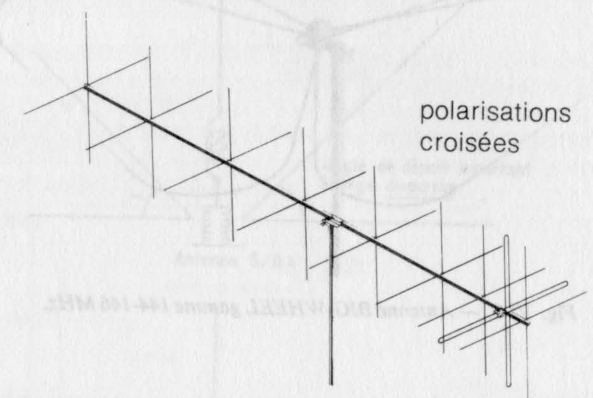


Fig. VI-10. — Antenne yagi, 2 fois 9 éléments, polarisations croisées.

A noter enfin qu'il est fréquent que des amateurs associent en parallèle 2 ou 4 antennes Yagi afin de réaliser un ensemble d'antennes à grande efficacité, tout en conservant l'angle d'ouverture initial d'une antenne unique, car le revers de la médaille est que si l'on utilise une antenne par trop sensible et directive, la directivité est telle, que l'on passe sur les stations sans les apercevoir et il faut se caler très précisément dans leur direction à quelques degrés près sinon la réception est impossible ; c'est la raison pour laquelle l'antenne à 9 éléments est un bon compromis.

Avant de clore ce paragraphe consacré aux antennes, nous voudrions dire quelques mots de l'antenne 1/4 d'onde bobinée sur un support isolant de telle sorte que les 52 cm de 1/4 d'onde sur VHF ne fassent plus qu'environ 15 cm avec une efficacité presque identique.

Ce type d'antenne « raccourcie » se trouve très largement utilisé de nos jours sur la majorité des émetteurs-récepteurs portatifs fonctionnant sur VHF ou sur UHF.

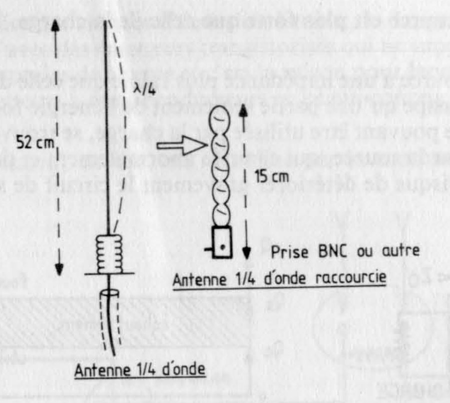


Fig. VI-11

Réglages et T.O.S.

Il n'est pas inutile de voir le problème de l'antenne à l'émission et plus particulièrement son adaptation à la sortie de l'émetteur.

Emettre un certain nombre de watts, c'est bien ; mais encore faut-il que cette puissance disponible en sortie d'émetteur soit réellement rayonnée par l'antenne ; il ne servirait de rien de disposer de 5 ou 10 W, bien modulés pour les gaspiller en pure perte dans le câble de liaison à l'aérien, ce dernier ne rayonnant que 5 à 10 % de cette énergie.

C'est malheureusement trop souvent le cas et bien des amateurs se lamentent sur le mauvais rendement de leur station : On ne les entend pas, et pourtant ils « ont » 10, 20, 50 ou 100 W ! Alors ? En fait ils ont, peu ou prou, et tant bien que mal accordé leur antenne, mais le rendement de cette dernière est catastrophique !

Pour qu'une antenne rayonne bien et pour que son rendement soit satisfaisant, il y a deux conditions à remplir, aussi importante l'une que l'autre, à savoir :

— a) : une bonne adaptation d'impédance,
— b) : un Taux d'Ondes Stationnaires correct.

Nous allons voir ces deux conditions importantes.

En ce qui concerne l'adaptation des impédances, il faut considérer l'émetteur comme étant un générateur et l'antenne une utilisation, ou encore une charge, qui utilise l'énergie fournie par le générateur. De même qu'une pile de 4,5 V n'est correctement chargée que par une utilisation nécessitant une tension d'alimentation de 4,5 V, de même qu'un amplificateur BF ayant une entrée à basse impédance ne peut être excité que par un micro ou un pick-up basse impédance, il en est de même pour une sortie d'émetteur qui doit être convenablement chargée par une impédance semblable à celle qui lui est propre ; si l'impédance de la source est plus faible que celle de l'utilisation, il y a une mauvaise charge et c'est également vrai si

l'impédance de la source est plus forte que celle de la charge. Trois cas peuvent se présenter (*fig. 12*).

— 1[er] cas : la source a une impédance plus faible que celle de la charge ; dans ce cas, la charge ne dissipe qu'une partie seulement de l'énergie fournie par la source ; l'énergie restant, ne pouvant être utilisée par la charge, se trouve disponible et dissipée en pure perte par la source, qui chauffe anormalement et dans le cas de circuits à transistors, cela risque de détériorer gravement le circuit de sortie (étage final en l'occurence).

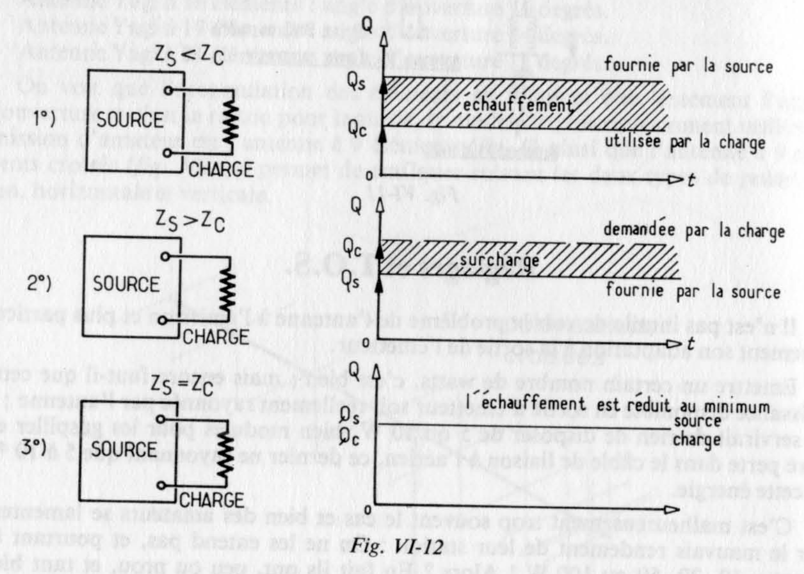


Fig. VI-12

— 2[e] cas : la source a une impédance plus forte que celle de la charge ; dans ce cas, la charge demande à la source une énergie plus forte qu'elle ne peut lui en fournir, c'est en quelque sorte un court-circuit et il y a risque de détérioration de la source, non plus en lui faisant dissiper l'énergie produite non utilisée par la charge, mais au contraire en lui faisant produire une quantité d'énergie supérieure à celle qu'elle peut normalement produire. Il y a, là encore, risque de détérioration.

— 3[e] cas : la source a une impédance égale ou très proche de celle de la charge, et dans ce cas, la charge dissipe une énergie égale à celle qui est produite, ni plus, ni moins, et il y a une adaptation correcte de la charge à la source.

A noter que lorsque l'on coupe l'antenne, l'émetteur continuant à travailler, la charge devient nulle et toute l'énergie produite par l'émetteur, n'étant plus évacuée par la charge, se transforme en chaleur : d'où un risque de détérioration de l'étage final ; de même si l'antenne est mise en court-circuit, la charge devient infinie (ou presque) et l'émetteur se voir demander une quantité d'énergie telle qu'il se détériore comme c'est le cas dans le 2[e], le 1[er] cas ayant comme cas particulier celui de la coupure accidentelle d'antenne.

Lorsque l'on utilise des circuits d'émission à tubes, le danger de destruction du final est moindre qu'avec des émetteurs transistorisés qui ne supportent pas (ou très mal) les variations brutales de charge et c'est la raison pour laquelle il faut être très prudent avec les émetteurs à semi-conducteurs en ce qui concene leur raccordement à l'antenne.

Mais ce raccordement, en fait, est constitué par la somme de deux raccordements (*fig. 13*).

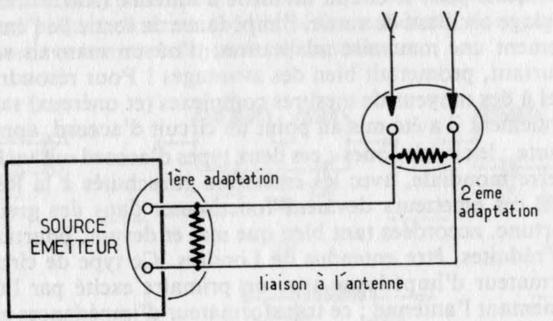


Fig. VI-13

— le premier est celui de la sortie d'émetteur au câble de liaison (feeder - coaxial - ou descente simple d'antenne) ;

— le second est celui de la liaison de ce câble à l'antenne proprement dite.

Le problème est le même dans ces deux cas, car pour le premier, c'est l'émetteur qui est la source et le câble qui est la charge, alors que pour le second, c'est le câble qui est la source et l'antenne qui est la charge.

L'impédance de l'émetteur doit être correctement adaptée à l'impédance du câble et celle de ce dernier doit convenir à l'impédance de l'antenne.

Prenons un exemple : dans le cas d'une antenne doublet (*fig. 14*), constituée par deux quarts d'onde, séparés par un isolateur pyrex avec une descente en twin lead, l'impédance de l'antenne est de 300 Ω, celle du twin lead est aussi de 300 Ω, et il est

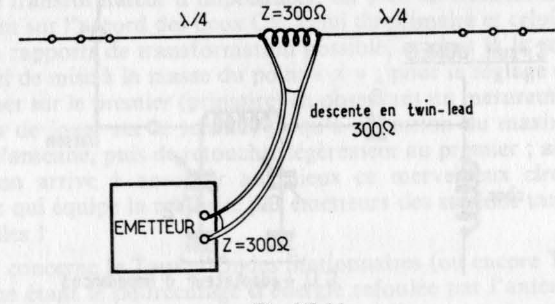


Fig. VI-14

nécessaire de disposer d'une impédance de sortie d'émetteur de 300 Ω ; dans ce cas, les deux adaptations sont correctes et le rendement de l'aérien sera optimal.

En fait, le problème des adaptations d'impédance se pose avec plus d'acuité à la sortie d'émetteur qu'à la liaison entre le câble (coaxial-feeder - ou descente) et l'antenne, car les antennes proprement dites sont décrites et les amateurs les réalisent suivant les indications fournies par les revues ou les traités, mais par contre, il n'en est pas de même pour le circuit de sortie d'antenne (sortie d'émetteur) car en fonction du réglage oscillant de sortie, l'impédance de sortie de l'émetteur varie, et il y a généralement une mauvaise adaptation, d'où un mauvais rendement d'un aérien qui, pourtant, promettait bien des avantages ! Pour résoudre ce problème, sans faire appel à des moyens de mesures complexes (et onéreux) sans pour autant sacrifier au rendement il a été mis au point un circuit d'accord, appelé circuit Collins, et sa variante : le circuit Jones ; ces deux types d'accord ont vu le jour pendant la seconde guerre mondiale, avec les émetteurs parachutés à la Résistance Française ; en effet, ces émetteurs devaient fonctionner dans des greniers, avec des antennes de fortune, accordées tant bien que mal et devant, pourtant, et ceci avec des puissances réduites, être entendus de Londres. Ce type de circuit n'est autre qu'un transformateur d'impédance avec un primaire excité par l'émetteur et un secondaire alimentant l'antenne ; ce transformateur d'impédances est à rapport de

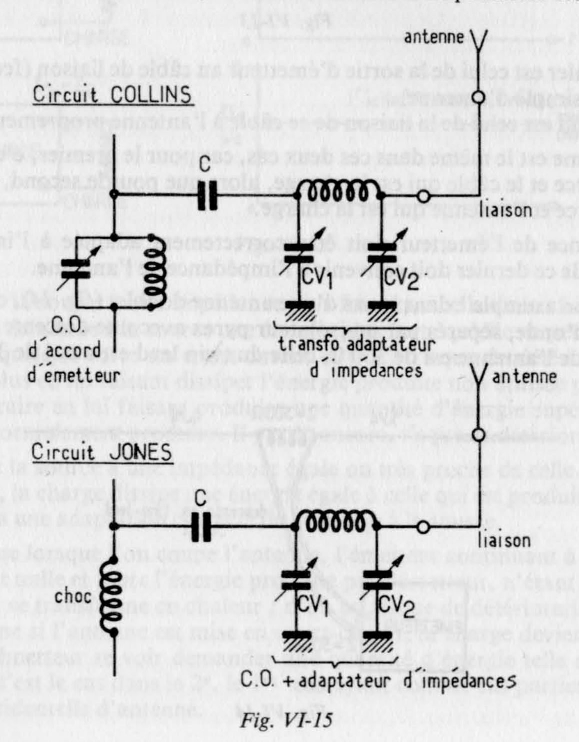


Fig. VI-15

transformation variable et suivant l'accord du primaire et celui du secondaire, on obtient le rapport correct, ce qui correspond à l'adaptation optimale recherchée : dans ce cas, le rendement est satisfaisant.

Le circuit Collins (*fig. 15*) et sa variante permet donc d'accorder au mieux la sortie d'émetteur à l'antenne utilisée.

Le circuit Jones, n'est en fait qu'une simplification du circuit Collins, en supprimant le circuit accordé final de l'émetteur et en le remplaçant par une self de choc, le filtre en pi (transformateur d'impédances) étant alors utilisé à la fois, comme CO de sortie et comme adaptateur d'impédances.

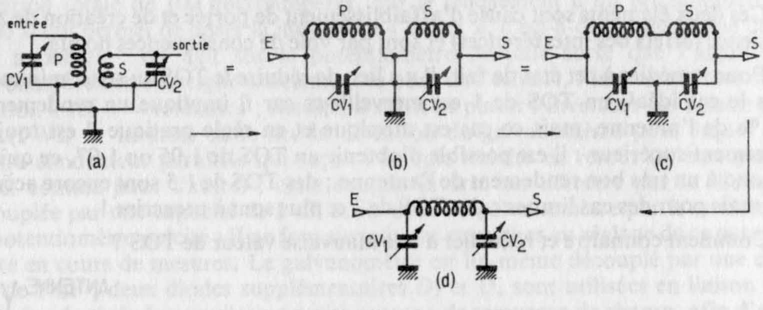


Fig. VI-16

L'explication de la conception de ce filtre en pi (*fig. 16*) est simple ; si l'on considère un transformateur avec un primaire alimenté par l'émetteur, et un secondaire alimentant l'antenne (*fig. 16a*), on a bien la configuration d'un transformateur classique ; comme il y a couplage entre le primaire et le secondaire, il peut être dessiné suivant le 16 (b), et ceci sans rien modifier ; il est alors possible de supprimer le point de raccordement du point commun aux deux enroulements et la masse : en effet, lorsque l'adaptation des impédances est optimale, ce point commun est au potentiel de la masse et il n'y a donc pas besoin de le réunir à la masse, ce fil ne servant à rien, on a alors la configuration 16 (c), elle même tout à fait analogue au dessin final et classique du filtre en pi (*fig. 16d*) qui est des plus connus ; ainsi donc, ce transformateur d'impédances, est bien un transformateur, mais qui peut, en jouant sur l'accord des deux CV, celui du primaire et celui du secondaire, avoir tous les rapports de transformation possible, et c'est là la raison de la suppression du fil de mise à la masse du point « x » ; pour le réglage des deux CV, il suffira de jouer sur le premier (primaire) en observant un mesureur de champ, par exemple, puis de jouer sur le second, jusqu'à obtention du maximum de champ rayonné par l'antenne, puis de retoucher légèrement au premier ; ainsi par touches successives, on arrive à accorder au mieux ce merveilleux circuit adaptateur d'impédances qui équipe la majorité des émetteurs des stations tant amateurs que professionnelles !

En ce qui concerne le Taux d'Ondes Stationnaires (ou encore TOS) on peut le définir comme étant le pourcentage d'énergie refoulée par l'antenne proprement dite vers le câble de liaison ; cela revient à dire que l'antenne n'accepte qu'une par-

tie seulement de l'énergie qui lui est fournie par le câble d'alimentation en provenance de l'émetteur, et que la partie refoulée par l'antenne, ne pouvant être rayonnée par cette dernière est redonnée aux feeders d'alimentation, dans lesquels il se forme des Ondes Stationnaires préjudiciables au bon rendement de la station et ceci pour deux raisons, la première tient au fait que la quantité d'énergie acceptée par l'antenne étant plus faible, le rendement effectif baisse, la seconde raison est liée au fait que s'il y a des ondes stationnaires dans le câble de liaison il y a rayonnement de ces ondes radio-électriques, dans un plan différent de celui de l'antenne proprement dite, d'où un risque d'interférences entre deux éléments rayonnants : l'antenne en elle-même et son feeder d'alimentation d'autre part.

Ces deux éléments sont cause d'affaiblissement de portée et de création de zones de silence (effets des interférences) et sont par voie de conséquences nocifs.

Pour remédier à cet état de fait, il y a lieu de réduire le TOS au strict minimum ; dans le cas idéal, un TOS de 1 est merveilleux car il implique un rendement de 100 % de l'antenne, mais ce cas est utopique et en règle pratique il est toujours légèrement supérieur : il est possible d'obtenir un TOS de 1,05 ou 1,07, ce qui correspond à un très bon rendement de l'antenne ; des TOS de 1,5 sont encore acceptables mais pour des cas limites ; des TOS de 2 et plus sont à proscrire !

Comment connaître et remédier à une mauvaise valeur de TOS ?

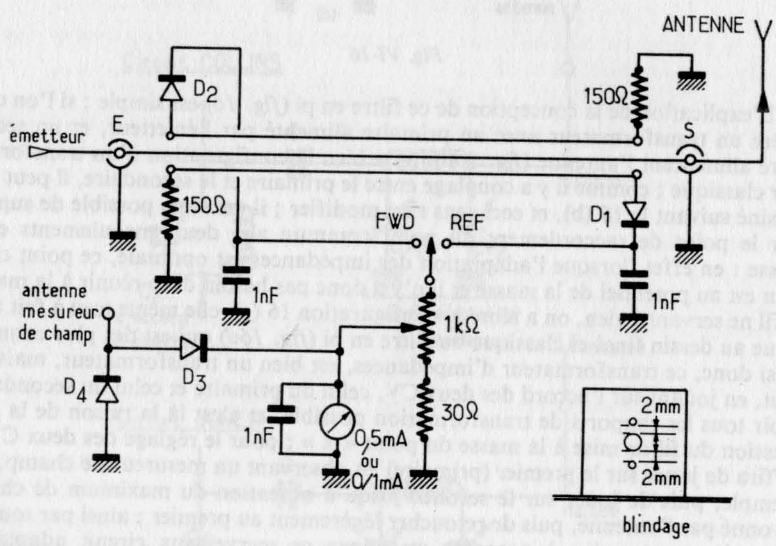


Fig. VI-17

Pour connaître la valeur du TOS il est nécessaire de disposer d'un petit appareil de mesure qui détermine la quantité d'énergie réfléchie et par comparaison au signal direct transmis à l'antenne en détermine le pourcentage ; cet appareil (*fig. 17*) comporte deux circuits, dont l'un possède une remise à zéro ou un réglage

de maximum, pour établir la valeur de référence en mesure « directe » ; le schéma du TOS-mètre est le suivant : intercalé entre l'émetteur et le feeder d'alimentation, le signal produit par l'émetteur est raccordé à l'entrée « E » alors que le feeder d'alimentation d'antenne est raccordé à la sortie « S » ; deux conducteurs parallèles au conducteur central, mais isolés électriquement de ce dernier, sont disposés de façon diamétralement opposée à une distance de 2 mm du conducteur central (voir le croquis) ; un blindage efficace évite tout rayonnement extérieur du dispositif. L'un de ces deux conducteurs parallèles reçoit une faible partie (par induction) de l'énergie transmise à l'antenne (énergie directe), qui est détectée au moyen d'une diode D_1, découplée par une capacité de 1 nF et envoyée à un galvanomètre de déviation totale de 100 microampères, par le truchement d'un potentiomètre de 1 000 Ω qui permet de doser la mesure en « direct », c'est-à-dire obtenir une déviation maximale : on agit sur le potentiomètre de telle sorte que l'aiguille du microampèremètre atteigne exactement le bout de l'échelle, l'inverseur étant sur la position « réf » = référence ; ensuite, il suffit de placer l'inverseur sur l'autre position (FWD = inverse) et de lire la déviation du galvanomètre pour lequel c'est l'autre conducteur parallèle qui reçoit l'énergie induite en retour (et non plus en direct comme pour l'autre) ; cette énergie inverse est détectée par la diode D_2, découplée par une capacité de 1 nF et envoyée au galvanomètre par le truchement du potentiomètre précité ; il ne faut surtout pas retoucher au réglage de ce potentiomètre en cours de mesures. Le galvanomètre est lui-même découplé par une capacité de 1 nF ; deux diodes supplémentaires D_3 et D_4 sont utilisées en liaison avec une prise destinée à recevoir une petite antenne de mesureur de champ, afin d'avoir sous la main un mesureur de champ non accordable en fréquence, lorsque le TOS-mètre n'est pas utilisé comme tel dans une installation.

La présentation de ce dernier (*fig. 18*) montre une grande simplicité. Réalisé sous forme d'un petit boîtier de 8 × 12 × 5 cm, pouvant être fixé au mur, recevant

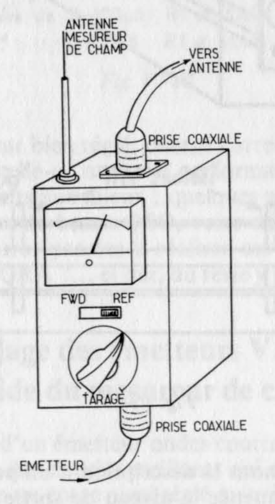


Fig. VI-18

par le bas l'alimentation en provenance de l'émetteur et ressortant par le haut, au moyen de prises coaxiales professionnelles, le feeder d'antenne, un galvanomètre de 100 μA de déviation totale, l'inverseur « direct-inverse » et enfin le potentiomètre de tarage ; une petite antenne de moniteur complète le tout. A noter que bien que cet appareil ne soit pas accordable en fréquence, il est en effet apériodique, et fonctionne dans une bande très large (par exemple de 10 à 30 MHz) il ne peut pas être utilisé tel que en VHF, car la longueur des conducteurs parallèles doit être calculée en fonction de la bande choisie ; le principe est exactement le même, mais seul le bloc d'induction doit être changé. Les diodes ne sont pas critiques ; elles doivent être (surtout pour D_1 et D_2) du même type et si possible à faible capacité interne : toute diode au germanium ou toute diode au silicium destinée à la commutation rapide (série les diodes 1N914) peut convenir ; en fait, lorsque la fréquence varie, il n'est pas impératif de faire de longs et savants calculs pour déterminer la longueur optimale des trois conducteurs, car n'oublions pas que la mesure est une mesure comparative et si une erreur s'introduit sur la mesure directe, elle sera compensée par la mesure en « inverse » et le résultat n'en sera pas entaché pour autant ; en pratique, une longueur de 10 cm est tout-à-fait satisfaisante et la réalisation de cet ensemble inducteur (*fig. 19*) est relativement simple.

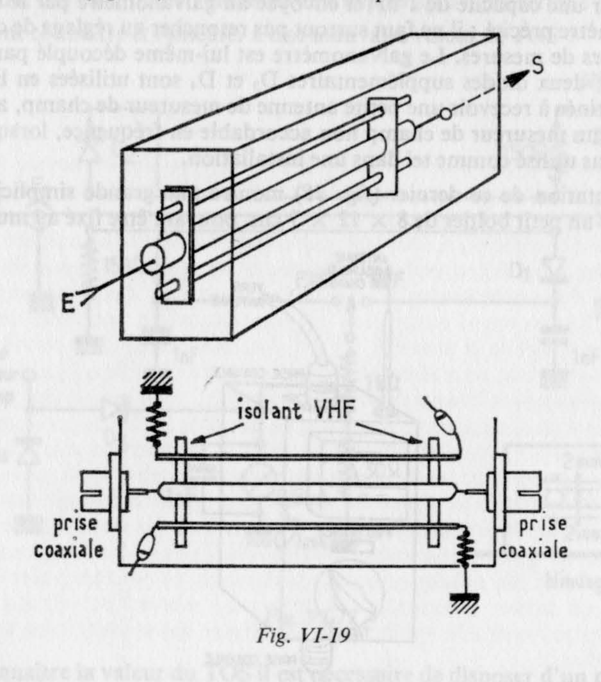


Fig. VI-19

Pour terminer, nous donnons la description d'un petit contrôleur, fort simple, permettant de voir en permanence le niveau de sortie HF d'un émetteur, et ceci quelque soit la gamme de fréquence ; ce montage (*fig. 20*) comporte une dérivation

du signal HF, au moyen de deux résistances R_2 et R_3 qui valent environ 7 500 Ω quant à leur somme et qui forment un pont diviseur ; la tension HF disponible au point x commun aux deux résistances est alors détectée, découplée, puis alimente un microampèremètre dont la déviation est proportionnelle au niveau de HF ; une résistance variable R_1 permet de réduire la déviation du galvanomètre si le signal n'est pas trop fort ; pratiquement, pour un milliampèremètre de 1 mA de déviation totale, R_1 sera choisie égale à 10 000 Ω alors que pour un microampèremètre de 100 μA de déviation totale, ce sera une résistance variable de 20 000 Ω que l'on devra prendre. Comme la perte apportée par ce contrôleur est très faible, il est très intéressant de le laisser en permanence à la sortie de l'émetteur, ce qui présente un excellent moyen de contrôle de niveau. Sa présentation peut être la même que celle du TOS-mètre.

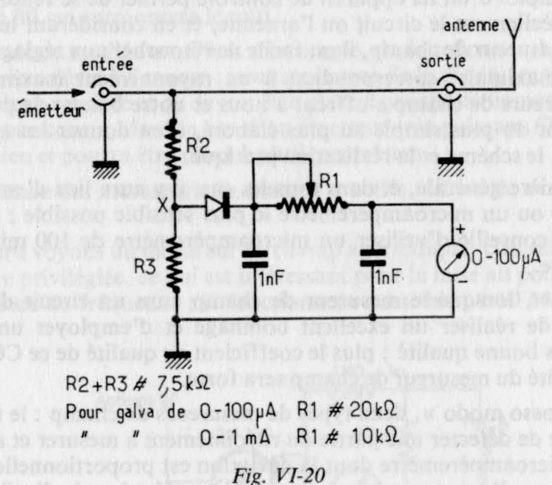


Fig. VI-20

Ainsi équipé, un émetteur bien réglé, chargé correctement quant à son antenne et quant à l'adaptation de celle-ci, aura des performances d'autant meilleures que les réglages auront été parfaits aux mieux ; quelques watts, une antenne bien dégagée et un TOS de 1,1 et que de beaux QSO, voire de DX viendront dédommager l'amateur des quelques heures passées à réaliser ces deux petits instruments qui devraient figurer dans tout QRA !... et qui, du reste y figurent bien souvent !

Réglage des émetteurs V.H.F.
à l'aide du mesureur de champ

Lors de la construction d'un émetteur ondes courtes ou VHF le grid-dip permet de réaliser des bobinages et des circuits oscillants qui résonnent sur la fréquence de travail ; lorsque l'on couple un étage ainsi réglé au grid-dip à l'étage suivant, il y a deux phénomènes qui se produisent et qui ont pour conséquence de dérégler notre

étage pourtant « fignolé » avec soins ! Le premier tient au fait que la capacité d'entrée du second étage vient s'ajouter à la capacité d'accord du circuit oscillant et la fréquence de résonance se décale : elle diminue et ceci d'autant plus que la capacité parasite est plus élevée ; d'autre part, la charge imposée au circuit oscillant par l'excitation fournie à l'étage qui le suit, amortit le C.O. Il y a donc lieu de retoucher le réglage précédemment fait avec l'aide du grid-dip ; il en va de même pour chaque étage qui devra être retouché quant à son réglage après avoir été couplé à l'étage qui le suit ou, s'il s'agit du final, à sa charge, c'est-à-dire à l'antenne d'émission.

Le moyen le plus pratique et le plus efficace consiste à utiliser un mesureur de champ, c'est-à-dire un petit appareil qui reçoit une partie du champ radioélectrique rayonné, soit par l'antenne d'émission, soit par le CO d'un étage intermédiaire. L'emploi d'un tel appareil de contrôle permet de se rendre compte de ce que rayonne réellement le circuit ou l'antenne, et en considérant les déviations de l'aiguille du mesureur de champ, il est facile de retoucher aux réglages pour obtenir la déviation maximale, correspondant à un rayonnement maximum. Plusieurs types de mesureurs de champ s'offrent à nous et notre but est de décrire plusieurs modèles, allant du plus simple au plus élaboré, d'en donner les avantages et les inconvénients, le schéma et la réalisation pratique.

D'une manière générale, et dans tous les cas, il y aura lieu d'employer un milliampèremètre ou un microampèremètre le plus sensible possible ; à titre d'information, il est conseillé d'utiliser un microampèremètre de 100 microampères de déviation totale.

D'autre part, lorsque le mesureur de champ aura un circuit d'accord il sera indispensable de réaliser un excellent bobinage et d'employer un condensateur variable de très bonne qualité ; plus le coefficient de qualité de ce CO sera élevé, et plus la sensibilité du mesureur de champ sera forte.

Il y a, « grosso modo », deux types de mesureurs de champ : le type « passif » qui se contente de détecter une partie du rayonnement à mesurer et après détection actionne un microampèremètre dont la déviation est proportionnelle à l'amplitude du champ reçu par l'antenne ; dans ce cas, il n'y a point besoin d'utiliser de piles ou d'alimentation quelconque et le galvanomètre dévie par la seule énergie reçue. Le second type est dit « actif » et se caractérise par un montage électronique amplificateur qui reçoit une partie du champ rayonné et qui l'utilise comme un signal de commande, qui sera amplifié puis mesuré.

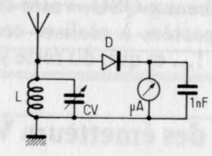


Fig. VI-21

Dans ce cas, la sensibilité du mesureur de champ est plus élevée mais sa mise au point est plus délicate.

a) Un mesureur de champ des plus simples (*fig. 21*) de type « passif » comporte une petite antenne qui reçoit une partie du rayonnement, un circuit d'accord (L et

CV) qui étant à la résonance délivre une « surtension » à la diode D, laquelle alimente le microampèremètre.

Une capacité de 1 000 pF découple la détection et si l'on désire contrôler la qualité de la modulation, il suffit d'insérer un écouteur en série avec le microampèremètre ; l'emploi d'une prise de jack avec court-circuit en l'absence d'écouteur permet de refermer le circuit du microampèremètre et d'obtenir un contrôle visuel.

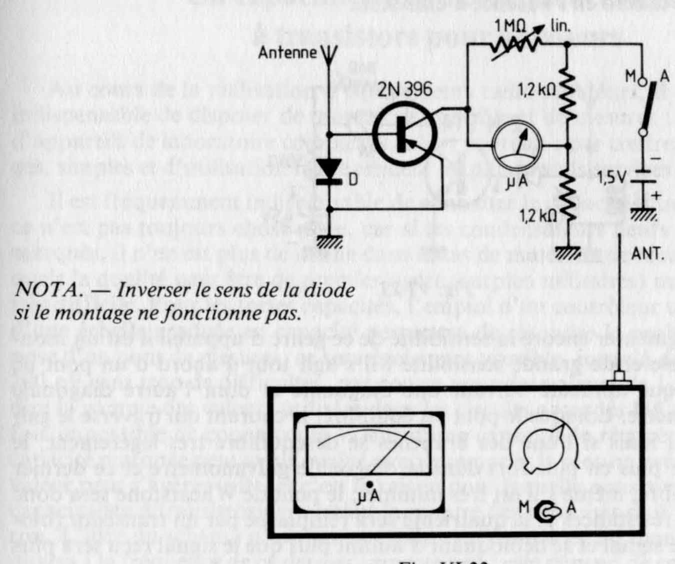
La diode D sera d'un type quelconque (diode de détection genre OA95 ou similaire...) et de fil utilisé pour la réalisation de la bobine sera de 12/10 mm (diamètre des spires 12 mm environ).

Il y aura intérêt à réaliser un petit coffret métallique pour confectionner le mesureur de champ afin d'éviter les effets de main sur le CO. Enfin une petite antenne de 50 à 80 cm surmontera le tout.

L'avantage de ce modèle est d'être très simple, de fonctionner du premier coup (si le galvanomètre dévie à l'envers : inverser le sens de la diode), mais son inconvénient est d'être peu sensible et de devoir être placé à proximité immédiate de l'émetteur à régler ; par contre, dans le cas d'un émetteur très puissant (20 W et plus) il convient très bien et pourra être placé à plusieurs mètres.

Dans la gamme des mesureurs de champs « actifs » il est de nombreux modèles !

Tout d'abord voyons un mesureur de champ apériodique, c'est-à-dire insensible à une fréquence privilégiée, ce qui est intéressant pour la mise au point d'étages drivers ou doubleurs de fréquence ; il fonctionnera aussi bien à 10 MHz qu'à 60 ou 144 MHz !



NOTA. — Inverser le sens de la diode si le montage ne fonctionne pas.

Fig. VI-22

Son schéma (*fig. 22*) montre un transistor 2N914 (type NPN) qui est alimenté par une pile de 1,5 V ; le courant collecteur traverse le microampèremètre ; un pont diviseur (deux résistances de 1,2 kΩ) permet à ce transistor d'être bloqué en l'absence de signal incident, car la diode place la base au même potentiel que l'émetteur du 2N914. Par contre, si un signal alternatif arrive sur l'antenne, la diode ne laisse passer que les alternances positives et les alternances négatives vont directement sur la base, élèvent son potentiel par rapport à celui de l'émetteur et le transistor se débloque et ceci d'autant plus que le signal incident est plus élevé ; il y a effet d'amplification et le courant collecteur est d'autant plus fort que le rayonnement reçu est lui aussi plus élevé. Une résistance variable de 1 MΩ permet d'équilibrer le montage de telle sorte que l'aiguille du galvanomètre soit au zéro en l'absence de signal. Là encore, l'antenne surmontera le petit coffret métallique comprenant à la fois le circuit et la pile d'alimentation.

Un autre mesureur de champ « actif » comporte un circuit accordé, une diode D de détection suivie d'un transistor bloqué à l'état normal et qui se débloque d'autant plus que le signal est élevé ; dans ce cas, il procure une plus grande sensibilité en raison de la surtension apportée par le CO Le principal avantage de ces montages « actifs » tient au fait que la sensibilité est améliorée et que pour la mise au point d'étages de faibles puissances, on peut lire une déviation alors que le mesureur passif reste au zéro ! Par contre, il est nécessaire d'utiliser une pile ou même deux dans le cas présent, mais le courant fourni est extrêmement minime et la durée de vie des piles est considérable.

Le mesureur de champ actif à circuit accordé (*fig. 23*) ne présente aucune difficuté de réalisation ni de mise au point et là encore une résistance de 50 kΩ variable permet de parfaire le zéro en l'absence d'émission.

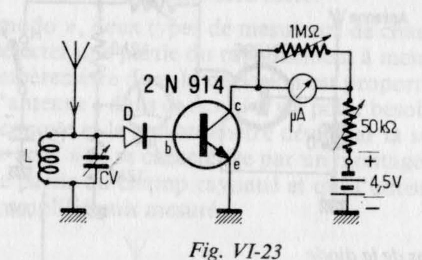


Fig. VI-23

Si l'on veut augmenter encore la sensibilité de ce genre d'appareil il est un montage à la fois simple et de grande sensibilité : il s'agit tout d'abord d'un pont de Wheatstone classique alimenté suivant une diagonale et dont l'autre diagonale reçoit un galvanomètre. Lorsque le pont est équilibré, le courant qui traverse le galvanomètre est nul, mais si l'une des branches se déséquilibre très légèrement, le courant devient de plus en plus fort dans la diagonale galvanomètre et ce dernier mesure le déséquilibre, même s'il est très minime ; le pont de Wheatstone sera donc constitué par trois résistances et la quatrième sera remplacée par un transistor (bloqué en l'absence de signal et se débloquant d'autant plus que le signal reçu sera plus élevé) ; le transistor est donc utilisé dans ce cas comme une résistance variable per-

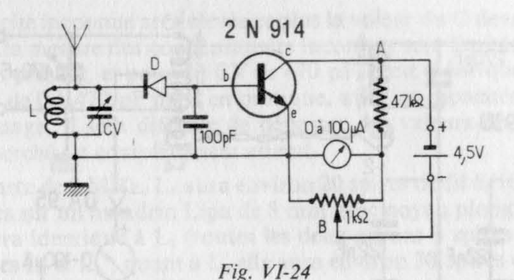


Fig. VI-24

mettant de déséquilibrer plus ou moins le pont. Ce montage (*fig. 24*) montre la conception du schéma.

Mais comme il faut que la base du transistor débloque plus ou moins ce dernier, là encore un CO suivi d'une diode de détection fournit à la base des alternances positives, permettant le déblocage du semi-conducteur du type NPN et les alternances négatives sont envoyées à la masse, ou encore à l'émetteur de transistor. En absence de signal la base est au même potentiel que l'émetteur et le transistor est bloqué ; sa résistance est très grande et il y a lieu d'employer une résistance élevée (de 47 kΩ) ; afin de pouvoir équilibrer au mieux l'étage en pont et de parfaire le zéro, nous avons utilisé un potentiomètre de 1 000 Ω dont le curseur est relié au pôle — de la pile.

Un capacimètre et un fréquencemètre à transistors pour amateurs

Au cours de la réalisation d'équipements radio-amateurs, il est utile et parfois indispensable de disposer de moyens de contrôle et de mesures ; point n'est besoin d'appareils de laboratoire complexes et fort onéreux ; par contre, des petits montages, simples et d'utilisation facile rendent les plus grands services (*fig. 25*).

Il est fréquemment indispensable de connaître la capacité d'un condensateur, or ce n'est pas toujours chose aisée, car si les condensateurs neufs sont correctement marqués, il n'en est plus de même dans le cas de matériels de récupération pour lesquels la qualité peut être de premier ordre (surplus militaires) mais l'identification très difficile. Pour les fortes capacités, l'emploi d'un contrôleur universel disposant d'une échelle graduée en capacité permettra de résoudre le problème ; si l'on dispose d'un pont de mesures, ce sera également possible, jusqu'à des valeurs de 100 à 200 pF sans trop de difficultés, par contre pour des valeurs de 1,5 à 50 pF, c'est-à-dire la gamme des valeurs utilisées dans les circuits accordés HF et VHF, il est parfois impossible de connaître la valeur d'une capacité de récupération ; enfin, une capacité marquée peut avoir évolué avec le temps et la mesure précise de sa nouvelle valeur peut s'avérer utile, et c'est la raison pour laquelle nous avons réalisé un petit capacimètre à transistor permettant la mesure des capacités de 1 pF à 250 pF environ. L'idée du schéma n'est pas nouvelle : un transistor est monté en oscillateur à quartz ; la fréquence de ce dernier importe peu ; elle dépend de ce que l'on a sous la

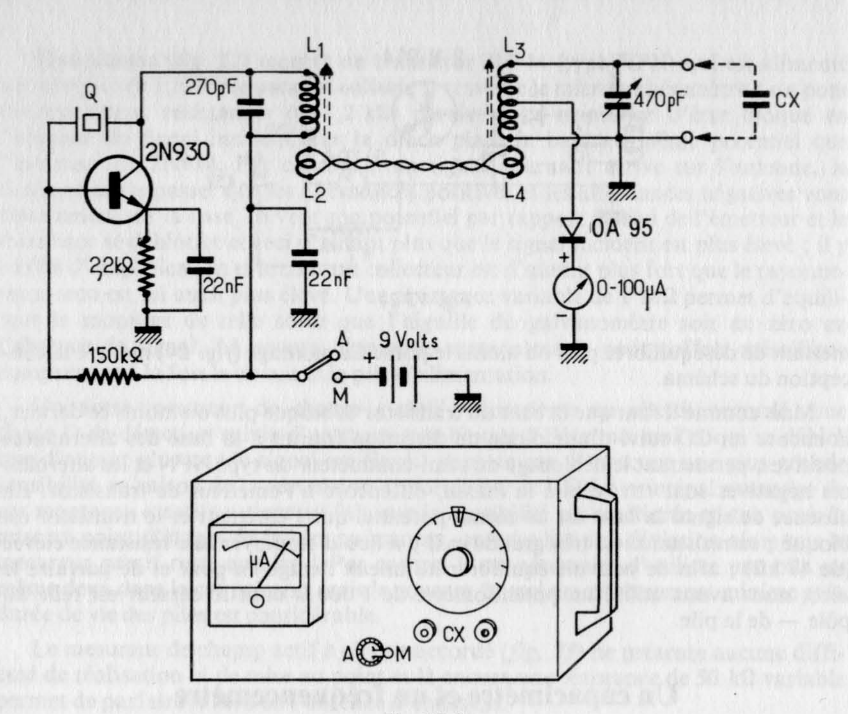


Fig. VI-25

main ou de ce que l'on peut trouver dans le commerce et à titre indicatif, nous avons utilisé un quartz de 8 MHz, facile à trouver car cette valeur correspond à des quartz des surplus, courants et bon marché ! Cet oscillateur à quartz possède un circuit accordé sur la fréquence du quartz (8 MHz dans le cas présent) et un second circuit accordé (L_3 et CV) est couplé au premier par une ligne à basse impédance comportant 2 ou 3 spires à chaque extrémité ; un circuit de détection composé d'une diode OA95 ou similaire, suivie d'un microampèremètre de 50 à 100 microampères de déviation totale sert d'indicateur de mesure ; la mesure d'une capacité inconnue s'opère de la façon suivante : en l'absence de capacité inconnue (rien n'est branché entre les bornes Cx) on recherche la déviation maximale de l'aiguille du galvanomètre en manœuvrant le CV et pour la position ainsi définie du cadran du CV, on place la valeur 0 pF.

Si l'on place maintenant une capacité inconnue en parallèle avec le CV (en la branchant en Cx), on augmente ainsi la valeur du condensateur placé aux bornes de la bobine L_3 et d'accord n'est plus correct, la déviation du micro-ampèremètre diminue ; il faut donc retoucher le CV pour retrouver l'accord optimal, ce qui devient à diminuer la valeur de la capacité du CV de la valeur de la capacité inconnue Cx ; si Cx fait 5 pF, il a fallu diminuer de 5 pF la valeur du CV pour retrouver l'accord, etc.

Plus la capacité inconnue sera élevée et plus la valeur du C devra être diminuée ; il va de soi que la mesure des condensateurs inconnus sera limitée par la valeur du CV ; dans le cas présent, et pour un CV de 470 pF, il est théoriquement possible de mesurer des Cx de 0 à 470 pF mais en pratique, avec les capacités parasites et résiduelles du montage, il sera difficile de dépasser des valeurs de 250 pF pour Cx, mais le but recherché est complètement atteint.

Pour un quartz de 8 MHz, L_3 aura environ 20 spires de fil 6/10 de mm bobinées à spires jointives sur un mandrin Lipa de 8 mm avec noyau plongeur ; la bobine de couplage L_4, sera identique à L_2 (toutes les deux auront 3 spires bobinées du côté froid des bobines L_1 et L_3 ; quant à L_1 elle aura environ 30 spires de ce même fil sur un mandrin Lipa du même modèle.

Une pile de 9 V (miniature) incorporée dans le coffret assurera l'alimentation de l'appareil. C'est un transistor au silicium NPN de type 2N930 qui est utilisé, mais le modèle importe peu, car il suffit d'employer un transistor NPN ou PNP qui accepte d'osciller sur la fréquence du quartz disponible. En ce qui concerne le coffret, nous utilisons une boîte de biscuits (fer blanc très facile à découper et à souder) recouverte d'une peinture gris clair ; des inscriptions noires (lettres adhésives) et un vernis de protection complètent l'aspect « professionnel » de ce petit capacimètre. A noter que pour prolonger la vie des piles dans de larges proportions, il n'a pas été prévu de voyant indicateur de fonctionnement.

Un étalonnage préalable devra être effectué en utilisant des capacités connues et neuves si possible afin de transcrire les différentes valeurs de la gamme sur le cadran du CV une fois pour toutes.

Le seul problème qui pourra éventuellement se poser est lié à la possibilité de « décrochage » de l'oscillateur ; en effet, si l'accord du CO (L_1 et C) est trop pointu, il peut arriver qu'en faisant varier l'accord du second CO (L_3 et CV), la charge variant, l'oscillation décroche ; la solution consiste, lors de la mise au point initial, à régler le premier C.O. à proximité immédiate de l'accord optimal, mais pas au point exact du maximum, de telle sorte que le point d'oscillation soit éloigné du point de décrochage avec une petite marge de sécurité. Il n'y aura plus à retoucher à ce réglage par la suite ; à noter que cet accord est obtenu en jouant sur la position du noyau plongeur qui sera fixé ensuite avec un point de vernis.

De même, le réglage du second CO sera effectué en plaçant le CV à sa capacité proche du maximum et en jouant sur le second noyau plongeur placé dans L_3 jusqu'à l'obtention de la déviation optimale du galvanomètre et ceci en l'absence de capacité inconnue Cx ; là encore, il n'y aura plus à retoucher à ce réglage.

Le fréquencemètre simple à lecture directe utilise un seul transistor(2N2907 ou similaire) et son alimentation est assurée par une seule pile de 1,5 V du type bâton (*fig. 26*).

Il permet la lecture directe de signaux de fréquence BF allant de 200 à 20 000 Hz avec un précision de 1 %, ce qui est plus que suffisant, pour la mise au point de filtres de télécommande ou de signaux d'appel sélectifs ou autres.

Les tensions appliquées à l'entrée sont transformées en signaux rectangulaires ; la différenciation s'effectue au moyen des condensateurs placés en sortie, montés deux à deux en parallèle, et par la faible résistance interne du galvanomètre de

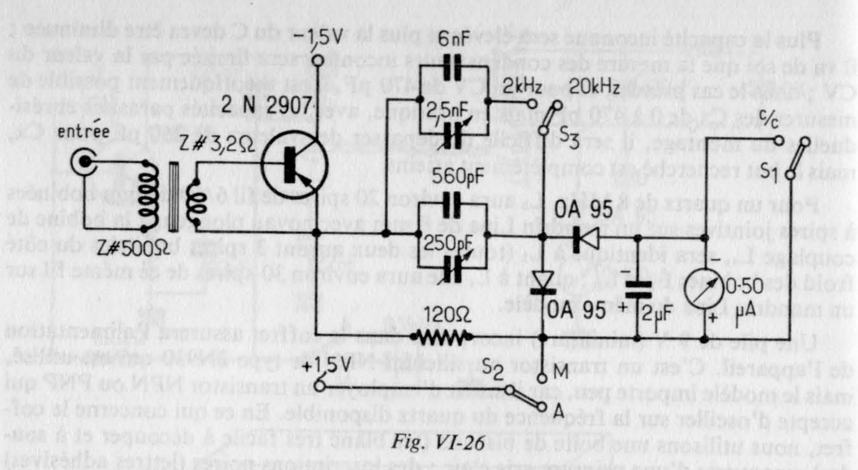


Fig. VI-26

mesure ; ces impulsions rectangulaires sont ensuite redressées par les deux diodes OA95 ou similaires ; la charge du condensateur de 2 μF et la tension disponible à ses bornes sont proportionnelles à la fréquence des impulsions, correspondant à celles du signal d'entrée. L'appareil de mesure indique donc la tension lue aux bornes de la capacité de 2 μF et la lecture est linéaire.

Le signal injecté à l'entrée de ce petit fréquencemètre doit avoir une amplitude suffisante pour qu'il y ait effectivement des signaux rectangulaires en sortie alors que l'état de saturation est obtenu pour un niveau de 5 V environ à l'entrée. L'impédance d'entrée est de l'ordre de 500 ohms.

Au moment de procéder à l'étalonnage, il faut disposer de tensions à fréquence connue (utilisation d'un générateur étalonné par exemple).

Il faut commuter l'appareil sur la position 20 kHz (agir sur S_1) et appliquer un signal d'entrée de fréquence inférieure à 20 kHz. Agir sur la capacité variable de 250 pF de telle sorte que l'on obtienne une lecture correspondant à la fréquence appliquée à l'entrée, par exemple 30 μA pour 18 kHz. On constatera que pour les fréquences les plus faibles les lectures sont légèrement inférieure à la valeur obtenue par extrapolation de lecture linéaire. On pourra y remédier en agissant sur le zéro de l'aiguille du galvanomètre sur la position 0 à 50 μA.

Commuter ensuite S_3 sur la position 2 kHz et recommencer avec des signaux à fréquences connues ; agir sur le second condensateur variable de 2 500 pF comme il a été fait avec celui de 250 pF, mais dans ce cas, il ne faudra pas retoucher au réglage du zéro du galvanomètre.

Comme un galvanomètre de 50 μA (et encore si l'on pouvait disposer d'un microampèremètre encore plus sensible ce serait encore mieux) est assez fragile, il est bon de le court-circuiter au moyen de S_1 en l'absence de mesure, et même éventuellement il sera possible, pour ne pas dire conseillé, de monter un bouton-poussoir qui supprimera se court-circuit de protection du cadre mobile, juste au moment de la mesure ; c'est facultatif.

Les condensateurs variables de 250 pF et 2 500 pF ne servent qu'à l'étalonnage de l'appareil et il est conseillé d'employer, non pas des CV à lames mobiles et axe de commande, mais des trimmers ajustables que l'on bloquera au vernis après avoir procédé à l'étalonnage initial.

A noter que ces valeurs sont données à titre indicatif, et comme la tension lue aux bornes de la capacité de 2 μF est d'autant plus grande que leur capacité est elle-même plus forte, il pourra être possible de modifier quelque peu ces valeurs pour des galvanomètres de sensibilité différente.

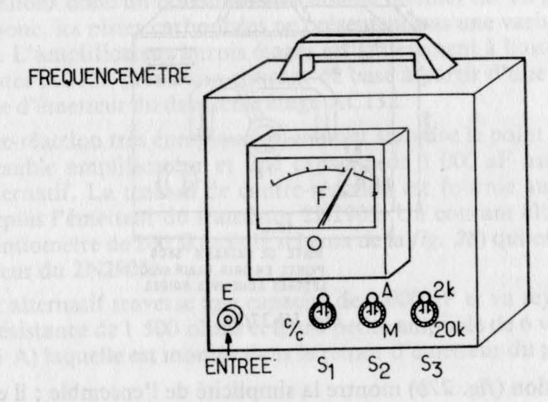


Fig. VI-27(a)

La présentation, sous forme d'un petit coffret, avec poignée de transport, gris clair, avec inscriptions reportées comme il a été vu pour le capacimètre, donne à cet appareil de mesure un aspect des plus engageants ! La pile est logée à l'intérieur de la boîte-coffret et un interrupteur S_2 permet de la mettre hors service en période de non fonctionnement et sa durée de vie est de plusieurs années.

Un mini-générateur BF à transistors

Pour la mise au point et les réglages d'un grand nombre de circuits, que ce soit la modulation d'un émetteur, la détection et l'amplification BF d'un récepteur, les circuits de télécommande ou d'automatisme, ou enfin pour toute une gamme de montages, il est très fréquemment utile, voire indispensable de disposer d'un générateur BF ou TBF (Très Basse Fréquence). Un tel appareil pourra être très perfectionné s'il s'adresse à un laboratoire, mais dans ce cas, sa complexité d'utilisation sera en rapport, et, par voie de conséquence, son prix suffisamment élevé pour ne pas entrer dans le budget d'un amateur !

Notre but est d'étudier un petit générateur BF simplifié, destiné aux amateurs et de prix de revient très faible ; de plus, son emploi se généralisera d'autant plus que sa simplicité sera grande et son fonctionnement simplifié à l'extrême (*fig. 27b*).

Présenté sous forme d'un petit coffret de dimensions 16 × 14 × 6 cm, muni d'une poignée de transport, il délivre un signal basse fréquence ou très basse fréquence (en deux gammes) à fréquence variable, comme tout générateur BF qui se respecte, et dont le niveau de sortie est suffisamment élevé pour exciter un haut-parleur et fournir 200 à 300 mW ! L'alimentation est obtenue par deux ou trois piles de 4,5 V montées en série et la consommation est minime (7 mA sous 13,5 V ou 5 mA sous 9 V) ; la durée de vie des piles est donc très longue.

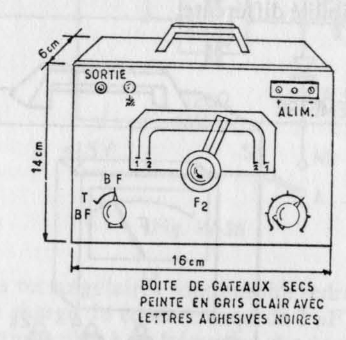


Fig. VI-27(b)

Sa présentation (*fig. 27b*) montre la simplicité de l'ensemble ; il est à noter que pour éviter d'avoir à confectionner un coffret métallique, nous avons utilisé une boîte de gâteaux secs peinte en gris clair avec une peinture glycérophtalique pour voiture ; le séchage en est rapide et l'aspect très « industriel », car avec ses boutons noirs et blancs, et ses bornes universelles, la poignée chromée et les inscriptions noires, sur un fond gris, l'allure est typiquement celle des appareils de laboratoires. La présence d'un tel instrument sur l'étagère d'un laboratoire d'électronique ne détonnera aucunement et il sera bien souvent plus facile d'utiliser notre mini-générateur que le gros générateur de labo, lourd à déplacer et peu commode pour des essais rapides, et tout particulièrement pour des mises au point en extérieur.

Il est un détail à noter : pour éviter d'écrire soi-même les indications « + et — », « Fréquence », «BF » et « TBF », « Sortie », etc. sur la face avant du coffret, nous avons opté une fois pour toutes sur l'emploi des lettres adhésives noires que l'on trouve dans le commerce sous tous les formats et dans tous les types d'écriture et l'on reporte ces lettres sur le coffret pour former les indications nécessaires ; puis, lorsque les inscriptions sont composées, il suffit de déposer une couche de vernis incolore pour éviter le décollement éventuel des lettres et l'aspect, une fois ce petit travail terminé, est des plus engageants !

Le montage oscillant est du type « pont de Wien » et le signal de sortie est sinusoïdal. Le générateur est à résistance et capacités et la variation de fréquence est obtenue en utilisant un potentiomètre double, monté en résistance variable double ; le pont de Wien est donc l'élément dominant et réalisé avec des composants de bonne qualité, le fonctionnement en est extrêmement sûr. Un inverseur double (à deux positions) permet d'avoir une gamme « Basse Fréquence » de 500 à

20 000 Hz et une seconde gamme « Très Basse Fréquence » (TBF) courant 1 Hz à 500 Hz environ.

Le potentiomètre double muni d'un bouton de grand diamètre à flèche permet de couvrir sans trou la totalité de ces deux gammes.

Ce potentiomètre sera du type « linéaire » et si possible bobiné afin d'éviter les mauvais contacts et le vieillissement de ce composant qui est primordial quant à la stabilité de la fréquence du signal de sortie.

Nous conseillons donc un potentiomètre double bobiné, car en plus du vieillissement du carbone, les pistes carbonnées ne présentent pas une variation suffisamment régulière. L'amplificateur à trois étages est entièrement à liaison directe et le premier transistor AC132 prend son courant de base à partir d'une prise ménagée sur la résistance d'émetteur du deuxième étage AC132.

Cette contre-réaction très énergique en courant stabilise le point de fonctionnement de l'ensemble amplificateur et une capacité de 1 000 µF assure la contre-réaction en alternatif. La tension de contre-réaction est fournie au pont de Wien directement depuis l'émetteur du transistor 2N2905. Un courant alternatif est prélevé sur le potentiomètre de 200 Ω (voir le schéma de la *fig. 28*) qui est inséré dans le circuit d'émetteur du 2N2905.

Ce courant alternatif traverse une capacité de 1 000 µF et va rejoindre le point commun à la résistance de 1 500 ohms et à une petite ampoule de 6 volts (très faible intensité : 0,05 A) laquelle est montée dans le retour d'émetteur du premier transis-

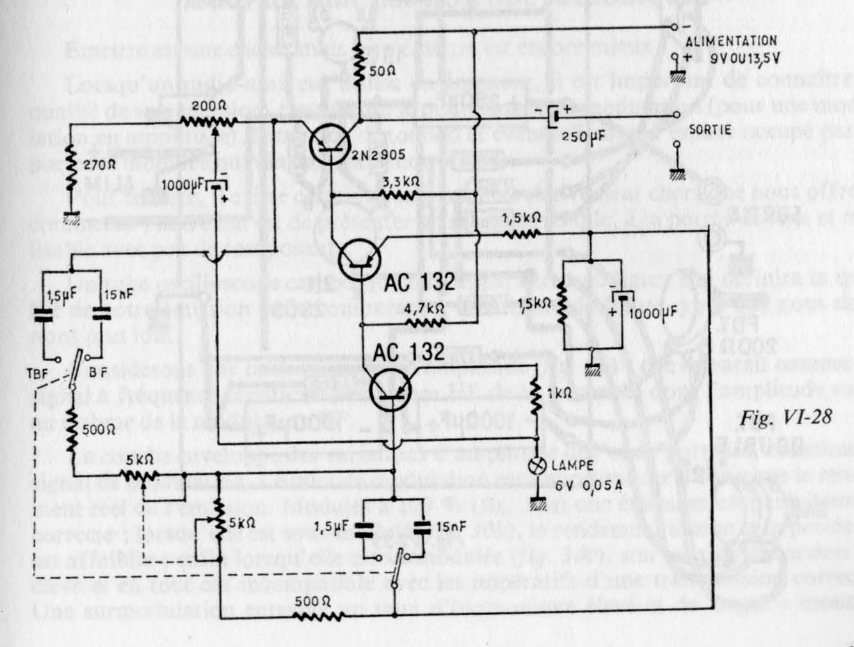


Fig. VI-28

tor AC132. La chute de tension apparaissant aux bornes de cette lampe sert de tension de contre-réaction et l'amplitude est stabilisée en raison de la non-linéarité de la caractéristique de la lampe à incandescence : voilà donc la raison pour laquelle nous avons utilisé une petite ampoule et non pas une simple résistance de quelques dizaines d'ohms.

Le réglage du potentiomètre de 200 ohms doit être tel que la tension au point de sortie soit de 1 V, mais pratiquement le réglage de ce potentiomètre s'opère en écoutant le signal de sortie sur un haut-parleur et l'on touche à ce réglage jusqu'à obtention d'un signal de sortie correct sur les deux gammes de fréquence et pour la totalité de la plage de fréquences.

Ainsi, lorsque le réglage est correct, la tension de sortie est de 1 V et reste constante à 1/2 ou 1 dB près.

Il est important de faire attention au branchement du potentiomètre double (variation de la fréquence) de telle sorte que les deux parties de ce potentiomètre, montées en résistances variables, varient dans le même sens et non pas d'une manière inversée ; là encore, la façon la plus simple d'opérer consiste à réaliser un

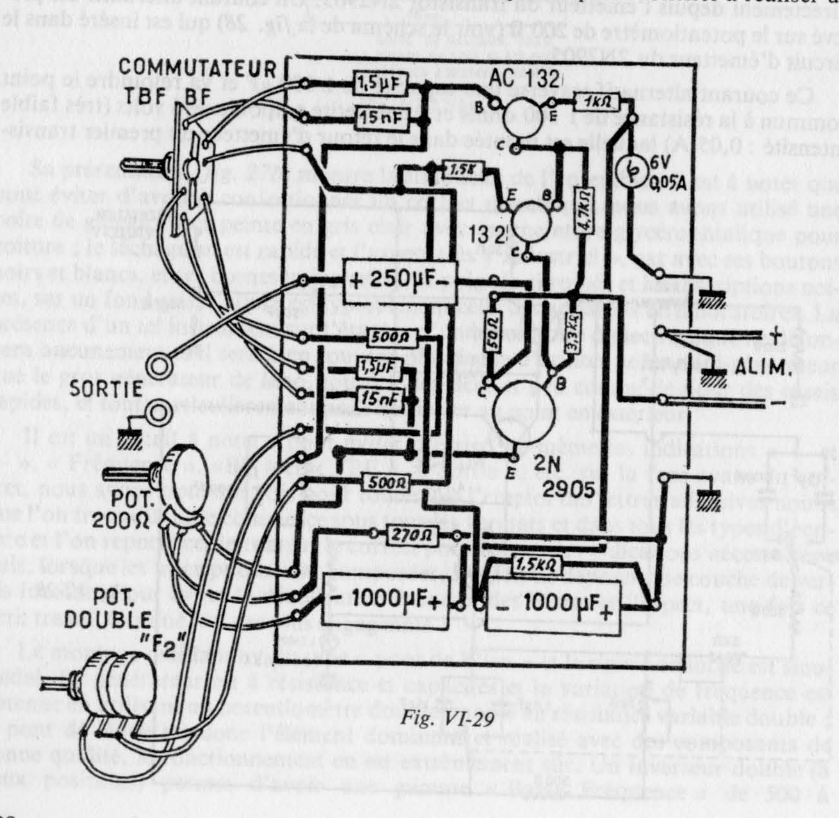


Fig. VI-29

branchement et si le fonctionnement n'est pas correct à l'écoute sur un H.-P., il suffit d'inverser l'une des deux parties et tout rentre dans l'ordre !

Si l'on désire compléter ce générateur par un étalonnage en fréquence et graduer avec précision le cadran, il faut comparer le signal de sortie soit avec un disque étalon de fréquences, soit avec un autre générateur de laboratoire dont on est sûr de l'étalonnage ; on obtient un battement entre les deux fréquences et lorsque l'on en arrive à un battement nul, on portera la valeur de la fréquence sur le cadran encore vierge de notre minigénérateur et l'on procédera ainsi pour diverses fréquences d'un bout à l'autre de la plage de variation.

La disposition des composants et le câblage de l'ensemble (*fig. 29*) montre l'emploi d'une carte perforée pour la réalisation du générateur à l'exclusion du potentiomètre double, du potentiomètre simple et du commutateur de gammes qui sont tous les trois montés directement sur la face avant du coffret ; des fils de raccordement relient la carte imprimée aux organes de commandes et aux bornes d'alimentation et de sortie.

Et c'est là un excellent petit générateur BF/TBF sans prétention, si ce n'est d'être très pratique, léger, peu onéreux et très maniable ; sa simplicité de montage et d'emploi, sa petite taille en font un compagnon de laboratoire ou de dépannage dont les services seront d'autant plus appréciés qu'ils seront plus nombreux.

Vérification de la qualité d'une émission sur un tube oscilloscope cathodique

Emettre est une chose, mais bien émettre est encore mieux !

Lorsqu'un radio-amateur utilise un émetteur, il est important de connaître la qualité de son émission, c'est-à-dire le pourcentage de modulation (pour une modulation en amplitude), le taux de distorsion et éventuellement l'espace occupé par la porteuse modulée ou non dans la bande utilisée.

Pour ce faire, il existe certains équipements relativement chers que nous offre le commerce ; notre but est de présenter un montage simple, à la portée de tous et réalisable avec peu de composants.

Un tube oscilloscope cathodique fera apparaître une figure qui définira la qualité de notre émission en la comparant à un tableau de figure types que nous donnons plus loin.

Considérons une onde modulée en amplitude (*fig. 30*) ; elle apparaît comme un signal à fréquence constante (fréquence HF de la porteuse) dont l'amplitude varie au rythme de la modulation BF.

La courbe enveloppe des variations d'amplitude de l'onde porteuse, constitue le signal de modulation. Le taux de modulation est important car il constitue le rendement réel de l'émission. Modulés à 100 % (*fig. 30a*) une émission est parfaitement correcte ; lorsqu'elle est sous-modulé (*fig. 30b*), le rendement tombe et la portée en est affaiblie ; enfin lorsqu'elle est surmodulée (*fig. 30c*), son taux de distorsion est élevé et en tout cas incompatible avec les impératifs d'une transmission correcte. Une surmodulation entraîne un taux d'harmonique élevé et de larges « mousta-

ches », c'est-à-dire une bande passante trop large pour l'emplacement qui est normalement alloué à une émission d'amateur. L'allure de la porteuse en régime de sur ou de sous-modulation est à comparer à celle de la porteuse correctement modulée (100 %). Cette comparaison nous permettra de remédier au défaut, lorsque notre contrôleur d'émission nous en avertira. Il sera donc utile, voire indispensable dans certains cas, de « voir » notre porteuse modulée et de connaître immédiatement sa caractéristique. Pour ce faire, l'oscilloscope cathodique va nous permettre de visualiser le phénomène et cela de deux manières différentes : la première consiste à montrer directement la porteuse modulée et dans ce cas, l'image fournie par l'écran

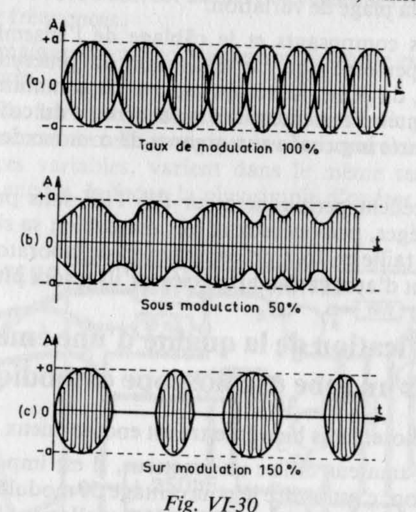


Fig. VI-30

du tube cathodique sera identique à ce que nous montre la *figure 30 :* modulation correcte, sous-modulation et surmodulation apparaîtront immédiatement et suivront en permanence le signal de modulation ; il apparaîtra donc un taux de modulation qui pourra varier en fonction de l'amplitude du signal BF et par conséquent des paroles du « speaker ». Ce procédé est des plus simples ; il suffit d'utiliser un oscilloscope cathodique en injectant aux plaques « verticales » un signal HF prélevé sur l'étage de sortie de l'émetteur (*fig. 31*).

Ce prélèvement pourra être effectué au moyen d'un enroulement de couplage (très lâche) adapté au bobinage de sortie ; ce bobinage couplé au circuit oscillant de sortie, captera donc une toute petite partie du signal HF (ou VHF dans le cas d'émetteurs 144 MHz) et le véhiculera jusqu'à l'oscilloscope cathodique au moyen d'un câble blindé ; dans ce cas, l'oscilloscope étant balayé par son propre balayage interne, sera seulement modulé suivant l'axe verticale par la modulation d'amplitude de la porteuse HF. Sur l'écran apparaîtra une image conforme à la réalité, mais particulièrement changeante en raison des diverses modulations de la parole ou de la musique (fréquences variées et amplitudes en perpétuel changement) ; il sera donc assez difficile de juger d'une manière exacte de la qualité de l'émission en raison de cette instabilité de l'image.

Il est à noter que nous ne pourrons pas voir sur l'écran de l'oscilloscope chaque alternance de la fréquence de porteuse, en raison de la valeur élevée de cette dernière par rapport à la fréquence de modulation qui est, elle, en basse fréquence ; cela importe peu, puisque seule la courbe enveloppe de la porteuse doit être visualisée avec précision.

Un second procédé (dit du « trapèze ») donne une image qui n'est pas directement celle de l'onde porteuse modulée, mais qui est en quelque sorte symbolique et

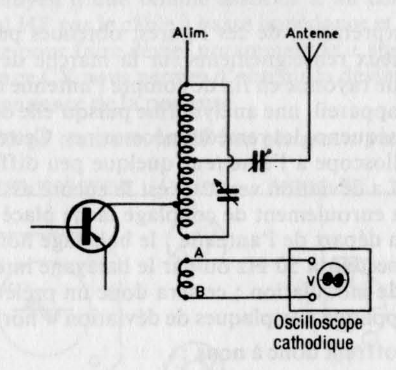


Fig. VI-31

Cause	Image	Cause	Image
Taux de modulation insuffisant		Mauvais neutrodynage + réaction	
Excitation insuffisante		Mauvais dosage de l'excitation	
Excitation excessive		Taux de distorsion élevé modulation mal appliquée	
Taux de modulation correct 100 %		Légère distorsion B.F.	
Sur modulation 150 %		Oscillations parasites	
Mauvais modulateur		Mauvais prélèvement de la B.F. pour le balayage de l'oscilloscope	
Réaction de l'étage de puissance			

Fig. VI-31(a)

qui définit avec précision la qualité et les caractéristiques de l'émission. Cette image reste fixe et suivant sa forme, il est très facile de juger de ce qui va et de tout ce qui pourrait ne pas aller : excitation bonne, insuffisante ou excessive, taux de modulation incorrect, oscillations parasites, réaction de l'étage de puissance, etc. Cette méthode, dite du « trapèze », donne une image qui est semblable à un triangle lorsque l'émission est parfaitement réglée ; ce triangle se déforme suivant certaines formes de trapèzes lorsqu'un ou plusieurs défauts apparaissent d'où le nom donné à ce procédé (*tableau 31a*).

Ce sera donc l'interprétation de ces figures, obtenues pendant l'émission, qui nous donnera de précieux renseignements sur la marche de notre chaîne d'émission ; l'analyse de ce que rayonne en fin de compte l'antenne de la station est, par le truchement de ce petit appareil, une analyse fine puisqu'elle détermine les causes du mal, et par voie de conséquence les remèdes nécessaires. Cette méthode nécessite un branchement de l'oscilloscope à l'émetteur quelque peu différent de ce qu'il était dans le cas précédent. La déviation verticale est là encore assurée par un signal HF prélevé au moyen d'un enroulement de couplage lâche placé sur le bobinage de la sortie de l'émetteur, au départ de l'antenne ; le balayage horizontal est par contre assuré non plus par le secteur à 50 Hz ou par le balayage interne de l'oscilloscope, mais par le signal BF de modulation ; ce sera donc un prélèvement, à la sortie du modulateur, qui sera appliqué aux plaques de déviation « horizontales ».

Deux possibilités s'offrent donc à nous :

— soit utiliser un oscilloscope cathodique tout monté ; dans ce cas, nous n'utiliserons ni le balayage interne, ni l'amplificateur de déviation incorporé dans l'appareil ;

— soit monter spécialement pour notre émetteur un petit ensemble de contrôle oscilloscopique ; nous préférons et de loin ce second procédé car il est facile de l'incorporer dans le « rack » émetteur et nous n'immobilisons pas dans ce cas l'oscilloscope à tout faire de la station, lequel a mieux à faire avec toutes ses possibilités.

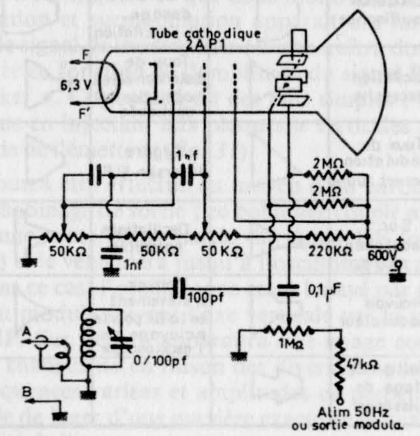
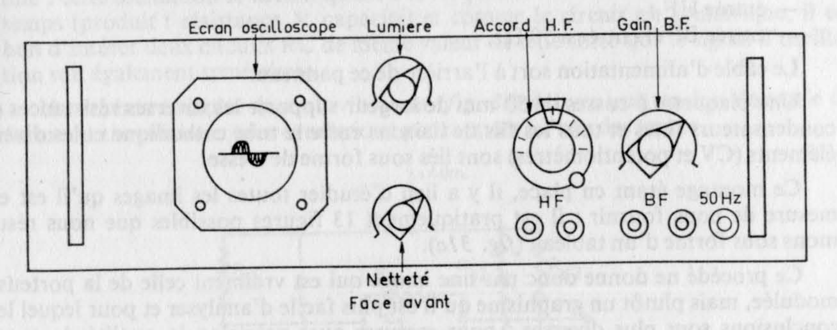


Fig. VI-31 (b)

Nous réaliserons donc un ensemble spécialement étudié pour cette fonction : le contrôle de la porteuse. La réalisation ne pose que très peu de problèmes ; un tube cathodique du genre 2AP1 (ou tout autre tube de petit diamètre) est alimenté normalement (*fig. 31b*) ; une chaîne diviseur de tension, utilisant deux potentiomètres de 50 000 ohms et trois résistances fixes, nous permet d'obtenir un réglage de luminosité (en jouant sur la tension de la première grille « Wehnelt ») et un réglage de netteté ou encore de focalisation (réglage de la tension de la grille-écran). Un circuit oscillant, réalisé au moyen d'une bobine associée à un condensateur variable de 100 pF, reçoit le signal HF par le câble à basse impédance et délivre une tension HF d'amplitude suffisante pour faire dévier notamment le « spot » suivant l'axe verticale. La commande de ce CV nous permet d'obtenir la déviation maximale, lorsque l'accord passe à la résonnance de la porteuse.

Une capacité de 100 pF transmet la HF aux plaques « verticales ».



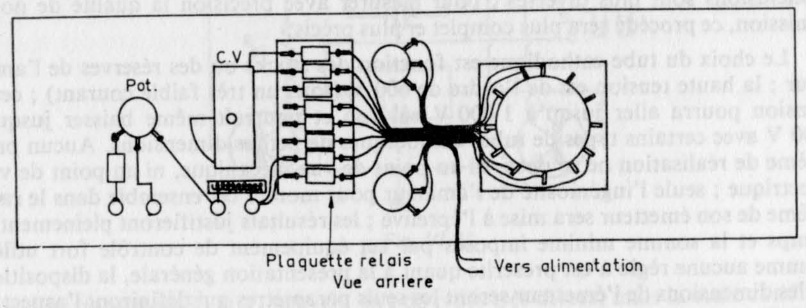


Fig. VI-32

En ce qui concerne la déviation horizontale, c'est-à-dire le balayage, il y a deux possibilités : la première consiste, ainsi que nous venons de le voir, à balayer au moyen d'une tension prélevée à la sortie du modulateur ; ce balayage nous donnera les figures du « trapèze » ; par contre, si l'on désire faire apparaître sur l'écran l'image de la porteuse modulée avec toutes ses variations très rapides, il sera facile d'appliquer sur les plaques de déviation horizontale, non plus la BF issue du modulateur, mais un signal alternatif à fréquence et amplitude constantes, à partir du

secteur alternatif à 50 Hz par exemple ; deux possibilités ce contrôle mais un seul appareil, dont la présentation (*fig. 32*) est donnée là à titre d'exemple. Nous avons monté le tout sur une plaque métallique ayant la largeur du « rack » émetteur afin de pouvoir placer ce contrôleur juste au-dessus de l'étage de puissance, c'est-à-dire à l'endroit où le prélèvement de la HF ne pose aucun problème, le câble blindé véhiculant cette HF ayant une longueur de 20 cm !

Sur ce panneau sont disposées les commandes suivantes :
— écran du tube cathodique ;
— commande de luminosité ;
— commande de netteté ;
— accord HF (commande du CV) ;
— accord BF (potentiomètre BF) ;
— entrée HF ;
— entrée BF et entrée à 50 Hz.
Le câble d'alimentation sort à l'arrière de ce panneau.

Une plaquette à cosses de 50 mm de largeur supporte les diverses résistances et condensateurs fixes et tous les fils de liaisons entre le tube cathodique et les divers éléments (CV et potentiomètres) sont liés sous forme de tresse.

Ce montage étant en place, il y a lieu d'étudier toutes les images qu'il est en mesure de nous fournir ; il est pratiquement 13 figures possibles que nous résumons sous forme d'un tableau (*fig. 31a*).

Ce procédé ne donne donc pas une image qui est vraiment celle de la porteuse modulée, mais plutôt un graphisme qu'il est plus facile d'analyser et pour lequel les conclusions sont plus diverses ; pour mesurer avec précision la qualité de notre émission, ce procédé sera plus complet et plus précis.

Le choix du tube cathodique est fonction des stocks ou des réserves de l'amateur ; la haute tension est de l'ordre de 600 V (sous un très faible courant) ; cette tension pourra aller jusqu'à 1 000 V environ et pourrait même baisser jusqu'à 300 V avec certains types de tubes cathodiques de petites dimensions. Aucun problème de réalisation ne se pose, ni au point de vue mécanique, ni au point de vue électrique ; seule l'ingéniosité de l'amateur pour monter cet ensemble dans le rack même de son émetteur sera mise à l'épreuve ; les résultats justifieront pleinement le temps et la somme minime imposés par cet équipement de contrôle fort utile ; comme aucune règle n'est prescrite quant à la présentation générale, la disposition et les dimensions de l'émetteur seront les seuls paramètres qui définiront l'aspect et l'implantation de l'oscilloscope.

A titre indicatif, signalons que pour un émetteur à transistors, ne disposant pas de tension continue supérieure à 12 ou 24 V ou même une cinquantaine de volts, il est relativement facile de réaliser un petit montage doubleur de tension permettant de disposer de 500 V et plus à partir de 24 V, c'est dire qu'il n'est pas utile de monter une alimentation THT spéciale avec gros transformateur et diodes, etc., mais qu'au moyen d'une simple plaquette munie de quelques diodes et de capacités simples, la THT nécessitée par le tube cathodique pourra être disponible sans problème.

Ce montage doubleur de tension est décrit par ailleurs avec les valeurs des composants et la description du câblage.

Par contre, les émetteurs à tubes utilisant des tensions de 300 à 400 V pourront alimenter directement le tube oscilloscope à partir de la haute tension du P.A.

Et comme pourraient le dire certains plagiaires : Emettez mieux pour émettre plus… et plus longtemps !

Le multivibrateur

Le montage appelé « multivibrateur » est constitué de deux éléments actifs (tubes ou transistors) montés tête-bêche ; le circuit de sortie de l'un est raccordé au circuit d'entrée de l'autre et vice versa, de telle sorte qu'il se produise un effet d'emballement (une réaction en quelque sorte) qui donne une oscillation entretenue : cette oscillation se définit quant à la fréquence en fonction d'une constante de temps (produit : résistance × capacité) et comme le circuit est symétrique, il est bon d'insérer deux circuits RC de même valeur de telle sorte que le signal d'oscillation soit également symétrique.

Un schéma complet de multivibrateur (*fig. 33*) délivre une tension de sortie de forme rectangulaire et bien symétrique par rapport à l'axe des temps.

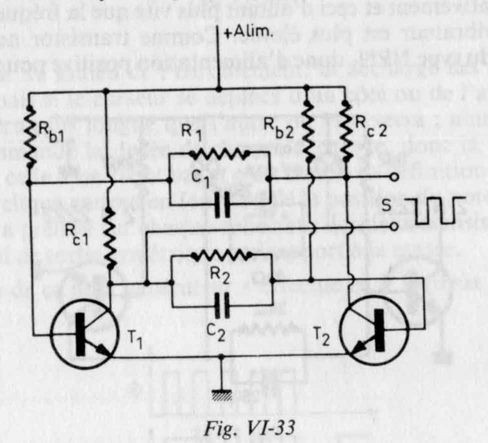


Fig. VI-33

Les transistors T_1 et T_2 peuvent être de types très divers, mais la seule condition est qu'ils soient tous les deux du même type ! Leurs émetteurs sont raccordés directement à la masse ; dans les collecteurs deux résistances de charge R_c destinées à faire naître les signaux de sortie aux bornes des deux collecteurs. Des résistances de base destinées à polariser chaque base et de faire en sorte que lorsqu'un transistor se bloque, son courant de fuite de collecteur soit pratiquement nul. Deux circuits RC définissent la fréquence du signal. En fait le fonctionnement du multivibrateur est un emballement contrôlé : lorsqu'un transistor est bloqué, il débloque par sa tension de collecteur l'autre transistor qui à son tour débloque le premier qui fait à son tour bloquer l'autre et qui, par voie de conséquence, rebloque notre premier

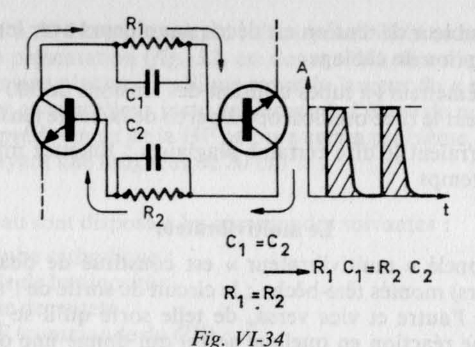


Fig. VI-34

transistor. Ainsi, à tour de rôle, chaque transistor se bloque et se débloque alternativement et le signal de sortie nous donne des fronts hauts et des fronts bas qui ont tous même amplitude (*fig. 34*).

Une application amusante du montage multivibrateur consiste en un clignotant à lampes (*fig. 35*). Les deux lampes insérées dans le collecteur de chaque transistor s'allument alternativement et ceci d'autant plus vite que la fréquence du signal délivré par le multivibrateur est plus élevée. Comme transistor nous utiliserons des 2N2222 qui sont du type NPN, donc d'alimentation positive pour le collecteur.

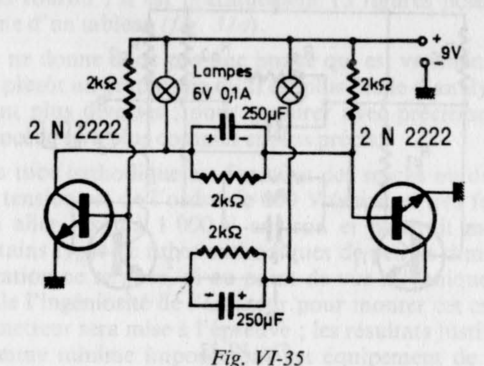


Fig. VI-35

Avec des capacités de 250 μF et des résistances de 2 000 ohms, chaque lampe s'allumera environ une fois par seconde. L'alimentation s'effectue au moyen de deux piles de 4,5 V en série. Une application plus intéressante, car elle ne constitue pas un gadget mais un véritable petit appareil de laboratoire nous donne un générateur de signaux rectangulaires à fréquence variable et à rapport cyclique variable également. Qu'appelle-t-on « rapport cyclique » ? : Le rapport cyclique est le rapport de durée entre la durée des fronts hauts et celle des fronts bas. Autrement dit, si les signaux sont parfaitement symétriques, le rapport cyclique sera de un.

Si le signal positif dure dix fois plus longtemps que le signal négatif, le rapport cyclique sera de dix, etc...

Ce montage (*fig. 36*) diffère peu d'un multivibrateur classique ; un potentiomètre de 10.000 ohms inséré entre le + 9 V et la masse alimente les bases et définit la fréquence du signal : en effet, plus la tension appliquée aux bases est élevée et plus la charge des capacités (Q = C × V) est elle aussi élevée ; dans ces conditions la décharge sera plus lente ; par conséquent, plus la tension sera élevée et plus la fréquence sera basse. Ce potentiomètre commande donc la fréquence. Un second potentiomètre de 10 000 ohms alimente les deux bases à partir de la tension reçue du curseur du premier potentiomètre.

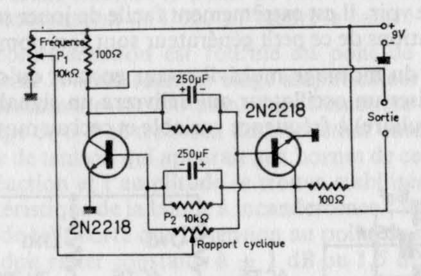


Fig. VI-36

Si ce curseur est au milieu de l'enroulement, la décharge des deux circuits RC sera symétrique, mais si le curseur se déplace d'un côté ou de l'autre, la décharge d'un circuit RC sera plus longue que l'autre ou vice versa ; ainsi donc le second potentiomètre commande la durée de chaque décharge, donc la durée d'un front haut par rapport à celle d'un front bas et c'est bien là la définition du rapport cyclique. Le rapport cyclique variera en fonction de la position du potentiomètre P_2. Le signal de sortie sera prélevé sur chaque collecteur des deux transistors et nous donnera donc un signal de sortie symétrique par rapport à la masse.

L'alimentation de ce petit générateur s'effectue en 9 V (deux piles de 4,5 V en série).

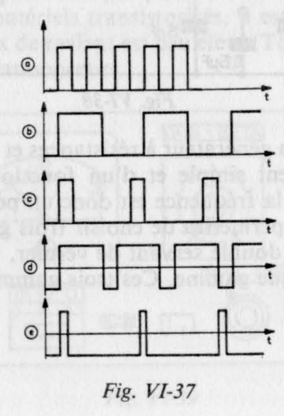


Fig. VI-37

Par le jeu des deux potentiomètres on pourra facilement obtenir des signaux de sortie en forme très différente, quant à la fréquence et quant aux durées respectives des niveaux hauts et bas (*fig. 37*). En a) le rapport cyclique est égal à un ; le potentiomètre a son curseur au milieu ; en b) la fréquence a diminué mais le rapport cyclique est resté constant ; en c) la fréquence est restée la même qu'en b) mais avec un rapport cyclique qui est passé de 1 à 1/3 environ. En d) la fréquence reste toujours la même, mais le rapport cyclique est passé de 1/3 à 3 ; enfin en e) la fréquence n'a toujours pas varié, mais le rapport cyclique est passé de 3 à 1/10 environ.

Comme on peut le voir, il est extrêmement facile de jouer sur la forme du signal de sortie et les applications de ce petit générateur sont fort nombreuses.

Indépendamment du montage multivibrateur en tant qu'oscillateur il est tout aussi possible de réaliser un oscillateur qui délivrera un signal de sortie sinusoïdal (au lieu d'être rectangulaire) à fréquence variable et ceci au moyen d'un montage en pont de Wien.

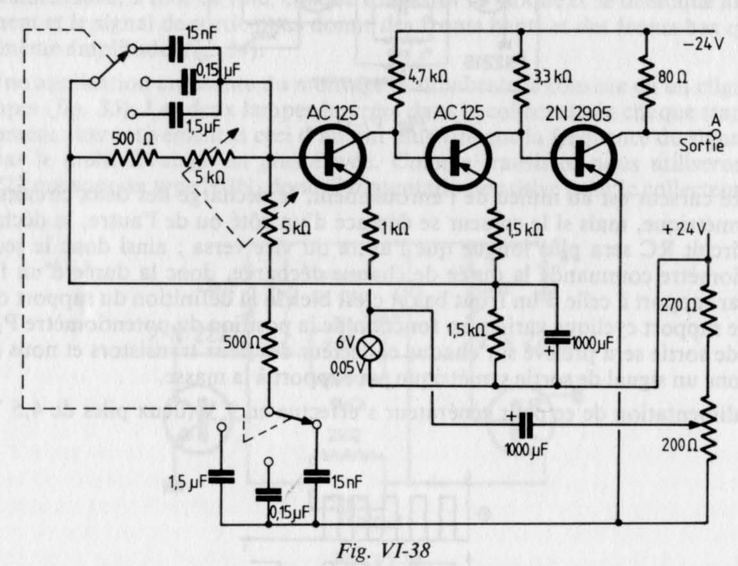


Fig. VI-38

Le schéma représente un générateur à résistances et capacités à fréquence variable (*fig. 38*) particulièrement simple et d'un fonctionnement extrêmement sûr. L'élément déterminant sur la fréquence est donc un pont de Wien ; un commutateur à trois positions nous permettra de choisir trois gammes de fréquences et au moyen d'un potentiomètre double servant de vernier, de faire varier la fréquence d'un bout à l'autre de chaque gamme. Ces trois gammes seront déterminées de la façon suivante :

1) de 20 Hz à 200 Hz ;
2) de 200 Hz à 2 kHz ;
3) de 2 kHz à 20 kHz.

On utilisera pour le réglage continu de la fréquence un potentiomètre linéaire bobiné en tandem ; les potentiomètres à couche de carbone ne présentent pas une fonction de variation suffisamment régulière. Tous les composants utilisés dans le montage de ce pont de Wien doivent être à tolérances assez strictes.

L'amplificateur à trois étages est entièrement à la liaison directe et le premier transistor AC125 prend son courant de base à partir d'une prise ménagée sur la résistance d'émetteur du second transistor de l'amplificateur ; cette contre-réaction très énergique de courant stabilise le point de fonctionnement de notre ensemble amplificateur et le condensateur de 1 000 µF assure la contre-réaction en alternatif.

La tension de contre-réaction est fournie au pont de Wien directement de l'émetteur du transistor 2N2905 (dernier étage amplificateur). Un courant alternatif prélevé sur le potentiomètre de 200 ohms dans l'émetteur traverse la capacité de 1 000 µF et une lampe de 6 V se trouvant dans le retour émetteur du premier transistor. C'est la chute de tension qui apparaît aux bornes de cette dernière qui sert de tension de contre-réaction et l'amplitude se trouve stabilisée en raison de la non-linéarité de la caractéristique de la lampe à incandescence ; il faut régler le potentiomètre de 200 ohms de telle sorte que la tension au point de sortie soit de 1 V environ et cette tension doit rester constante à ± 1 dB ou 1,5 dB dans tout le domaine des fréquences d'utilisations.

Et c'est encore là un excellent petit générateur de labo qui est simple à réaliser et dont les services seront fort appréciés et d'autant plus nombreux.

Un appareil de mesure à triple fonction : vérificateur de transistors injecteur de signal - multimètre

Cet appareil a été conçu pour permettre de mesurer très rapidement les composants, afin de déterminer les causes de pannes dans une grande gamme d'appareils électroniques. Comme il est alimenté par piles, il est réellement l'appareil qui convient pour l'entretien des matériels transistorisés, il est aussi intéressant car il est facile à construire et son prix de revient est peu élevé. Tous les composants sont disponibles chez la plupart des annonceurs.

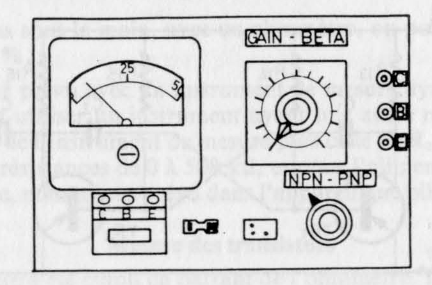


Fig. VI-39

Les possibilités de cet appareils spécifiquement prévu pour les mesures en courant continu sont les suivantes :

Calibres de tension : 15 V, 60 V, 150 V, 1 500 V.
Calibres d'intensité : 600 μA, 15 mA, 150 mA.
Mesures des résistances : de 0-500 kΩ.

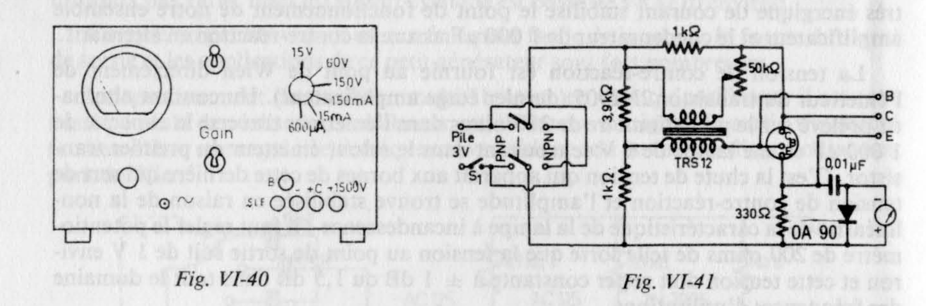


Fig. VI-40 *Fig. VI-41*

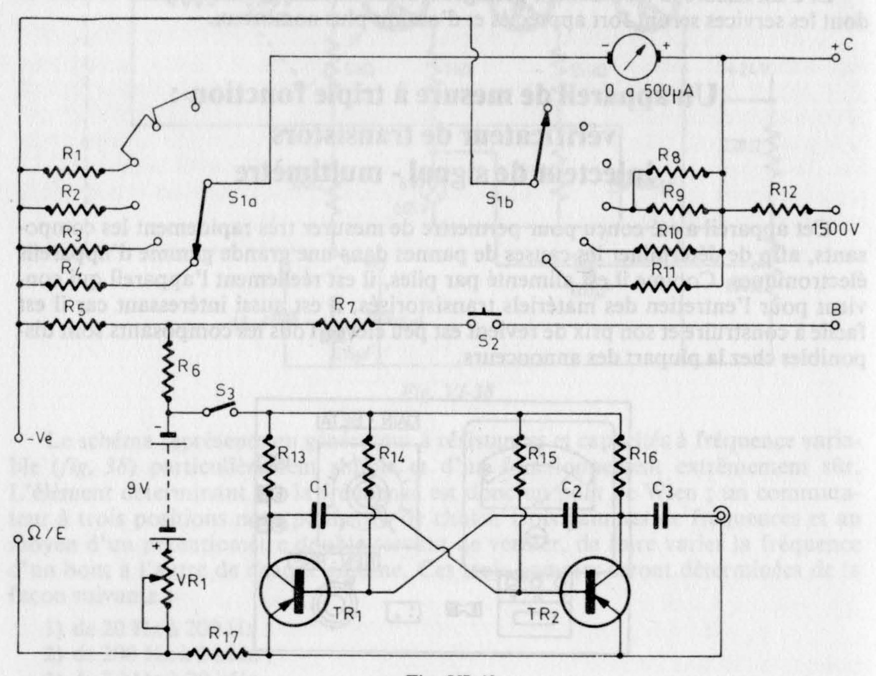


Fig. VI-42

Cet appareil comporte en outre un générateur de signaux rectangulaires de 2 kHz avec des harmoniques dans la bande fréquence intermédiaire et la bande radio.

Un transistormètre valable pour les transistors PNP, permet la mesure des fuites IC_0 et le gain approximatif du semi-conducteur essayé.

Description du circuit

A l'examen de la *figure 43* on voit qu'il s'agit d'un simple multimètre auquel on a ajouté un générateur, et un circuit complémentaire pour en faire un transistomètre. Le multimètre et le transistormètre utilisent comme instrument de mesure un appareil de 500 μA qu'on peut trouver facilement à bas prix. Il vaut mieux le rechercher avec deux échelles, une de 15 V, l'autre de 60 V, cela simplifiera la lecture et surtout évitera d'avoir à refaire un cadran. Des résistances seront montées en série avec l'instrument de mesure pour les mesures de tension, d'autres seront montées en shunt pour les mesures d'intensité. Cela se fera automatiquement avec le contacteur à galette S_1 qui est du type 6 positions, 2 circuits. Etant donné que dans notre esprit il n'est pas question de fabriquer un appareil de haute précision, mais simplement un appareil de dépannage, on pourra se contenter pour les résistances shunt de résistances à 5 % de tolérance.

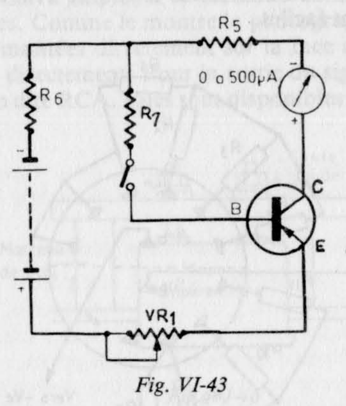


Fig. VI-43

Si l'on n'en a pas sous la main, avec un ohmmètre, on pourra faire un tri dans des résistances à 10 %.

Le montage a été prévu avec un instrument de mesure ayant une résistance de 500 Ω, mais on peut utiliser un instrument ayant une autre résistance. L'essentiel est que la résistance de l'instrument de mesure plus celle de R_5 soit égale à 2 000 Ω. Pour la mesure des résistances de 0 à 500 kΩ, et pour l'alimentation du générateur et du transistormètre, nous avons prévu dans l'appareil une pile de 9 V.

Mesure des transistors

Le transistormètre a été établi en partant de l'ohmmètre. La *figure 30* donne le schéma du transistormètre qui n'apparaît pas clairement dans le schéma général. Il

permet de mesurer le courant IC_0 et le gain en courant dans un montage en émetteur commun (α'). Il est évident que le montage ne permet que la mesure des transistors PNP. Il était difficile dans un montage que nous avons voulu simple d'envisager de monter un système d'inversion permettant la mesure des transistors NPN ; mais en admettant un boîtier plus important, il sera facile de combler cette lacune avec un contacteur 3 circuits, 2 positions.

Générateur BF et HF

Le générateur est un multivibrateur alimenté par la pile 9 V. La tension de sortie est contrôlée par VR_1. Le signal délivré est un signal rectangulaire dont la fréquence fondamentale est de 2 kHz environ. Elle varie légèrement quand on fait varier VR_1 mais cela n'a guère d'importance. Ce signal peut être injecté dans n'importe quelle partie du circuit dans les appareils de radio car le nombre d'harmoniques est tel qu'on en trouve dans toute la gamme, ou des longues ou des moyennes. Pour le multivibrateur on peut utiliser n'importe quel type de transistors PNP, par exemple 2N2905, AC125, AC132, etc.

Construction

On trouve facilement des boîtiers chez quelques-uns de nos annonceurs, les dimensions ne doivent pas être inférieures à 160 × 110 × 60 mm, pour que le câblage et le montage soient faciles.

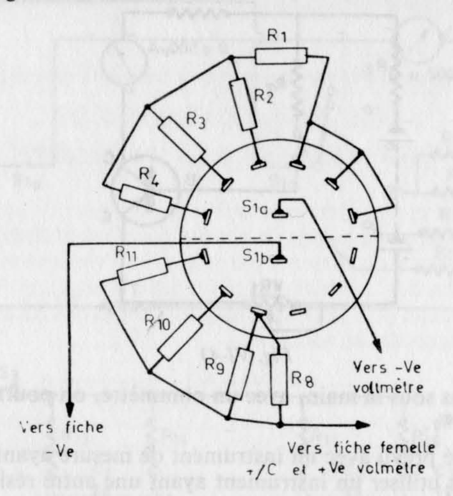


Fig. VI-44

On commencera par câbler le commutateur S_1 comme indiqué dans la *figure 44*. Lorsque le contacteur est câblé, on fait le montage mécanique du contacteur, des inverseurs et des prises sur la face avant du boîtier. Les positions des éléments ne sont pas rigoureuses, mais il est préférable de respecter les indications données dans la *figure 45*. Pour la fixation du microampèremètre, s'il n'est pas muni d'un dispo-

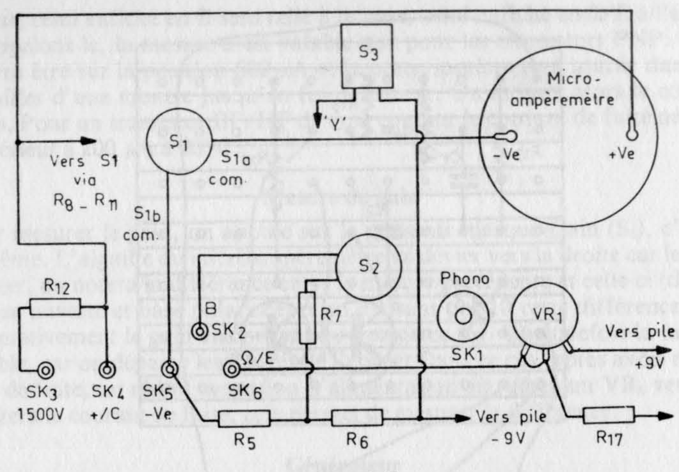


Fig. VI-45

sitif de fixation on pourra employer la méthode donnée dans la *figure 46* qui se passe de commentaires. Comme le montre la photographie de l'appareil, les fiches femelles isolées sont montées directement sur la face avant, les fils et les composants y seront soudés directement. Pour la sortie du signal alternatif on utilise une embase de prise photo dite RCA. Elles sont disponibles partout.

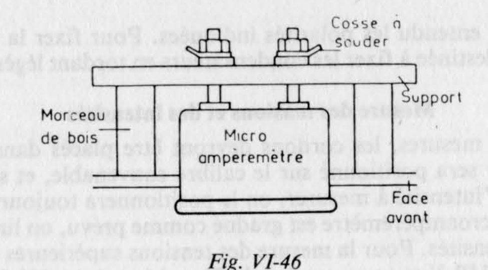


Fig. VI-46

Le générateur est construit sur une petite plaquette de Veroboard qui sera fixée dans la boîte au moyen d'une petite équerre. La *figure 47* donne le schéma du câblage de cette plaquette. Avant de la fixer il conviendra de souder tous les fils aux composants déjà fixés sur la face avant.

Pour en revenir au câblage de la face avant, il devra être fait en fil rigide isolé. Sur un des écrous de fixation de l'embase RCA, on aura intérêt à mettre une petite plaquette à 2 ou 3 cosses pour servir de relais aux fils souples qui iront vers la pile.

La pile sera une pile de 9 V à liaison par clips. Si on ne trouve pas de clips mâle et femelle chez le revendeur habituel, on pourra en trouver en démontant une vieille pile 9 V. On les racordera directement aux fils souples dont nous venons de parler

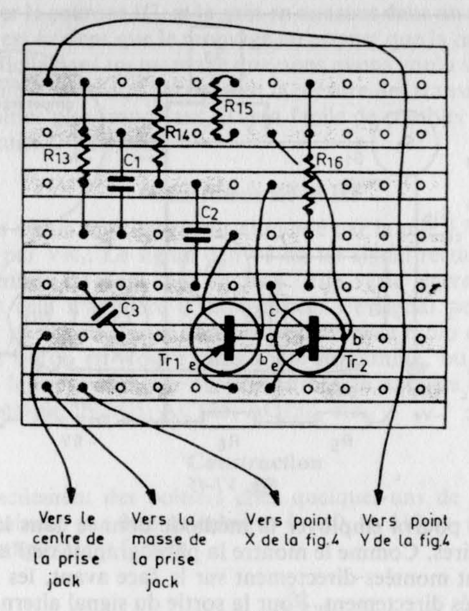


Fig. VI-47

en respectant bien entendu les polarités indiquées. Pour fixer la batterie, on peut utiliser une pince destinée à fixer les condensateurs en tordant légèrement les pattes.

Mesure des tensions et des intensités

Pour faire ces mesures, les cordons devront être placés dans les fiches — et +/C. Le sélecteur sera positionné sur le calibre convenable, et si l'on ne connaît pas la tension ou l'intensité à mesurer, on le positionnera toujours sur le calibre le plus élevé. Si le microampèremètre est gradué comme prévu, on lira directement les tensions ou les intensités. Pour la mesure des tensions supérieures à 150 V, on mettra le sélecteur sur 150 V et on raccordera le fil + à la prise 1 500 V.

Mesure des résistances

Pour faire la mesure des résistances et trouver des résultats en ohms, le sélecteur devra être mis sur la position 600 μA. Les cordons seront insérés dans les fiches Ω/E et +/C. Avant toute mesure, comme avec tous les ohmmètres, il faut faire le zéro en court-circuitant les cordons et en amenant l'aiguille en bout d'échelle à droite, avec le potentiomètre VR_1.

Transistormètre

Bien entendu, pour mesurer les transistors, il faut utiliser 3 cordons. Ils doivent être insérés dans les fiches +/C, B, et Ω/E. Le cordon enfiché en +/C sera relié au

collecteur, celui enfiché en B sera relié à la base, celui enfiché en Ω/E à l'émetteur, mais rappelons-le, la mesure n'est valable que pour les transistors PNP. Le sélecteur devra être sur la position 600 μA et le potentiomètre sera tourné dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'en fin de course. On mesure alors le courant de fuite Ico. Pour un transistor BF/HF de type courant le courant de fuite ne doit pas être supérieur à 200 μA à 20°C.

Mesure du gain

Pour mesurer le gain, on appuie sur le poussoir marqué Gain (S_2), c'est l'évidence même. L'aiguille du microampèremètre va dévier vers la droite car le débit va augmenter, on notera la différence entre la mesure précédente et celle-ci (différente entre base ouverte et base polarisée) et en divisant par 10 cette différence on aura approximativement le gain en courant du transistor (α). Quelquefois la mesure est impossible, car on dépasse les limites de l'épure. Dans ce cas, après avoir mesuré le courant de fuite, on réduit la tension d'alimentation en ramenant VR_1 vers le zéro et on notera le courant de fuite, cela permet de mesurer la différence.

Générateur

Le fonctionnement en générateur est obtenu en utilisant le multivibrateur.

La sortie est prélevée sur C_3.

Dans ce cas le signal obtenu est sensiblement rectangulaire.

CHAPITRE VII

CONSEILS - TOURS DE MAIN - BOBINAGES

Quelques conseils d'ordre général

S'il n'était qu'un seul conseil, ce sera probablement celui-ci : « ne rien entreprendre avant de comprendre ce que l'on va faire » ce qui a pour conséquence de bien comprendre le pourquoi et le comment du moindre geste qui sera entrepris ; connaissant la cause il sera plus facile d'en déterminer la manière pour l'effectuer correctement !

Partant de ce principe fondamental, nous conseillons de n'entreprendre un montage, un câblage ou une implantation et à plus forte raison une tôlerie qu'après avoir réfléchi à ce que l'on voulait faire et au circuit que l'on va réaliser ; après avoir bien « décortiqué » le schéma, il convient de le réaliser ; une implantation s'avère donc nécessaire et il faudra de préférence commencer par dessiner sur le papier, à l'échelle 1 si possible, la disposition des éléments sur la carte imprimée (ou non) et à l'intérieur du coffret, car il est plus facile de gommer un mauvais emplacement que de décaler un composant sur un montage en cours de câblage !

De même, il est un grand principe, que nous avons toujours utilisé avec profit, à savoir : réaliser un étage, puis l'essayer, le régler et seulement après qu'il soit mis au point correctement, commencer l'étage suivant, l'essayer, le régler, puis essayer les deux étages ensembles, puis attaquer le suivant et ainsi de suite. Ce principe de sagesse s'applique dans le cas des récepteurs : d'abord l'ampli de puissance BF puis le pré-ampli BF, puis la détection, ensuite l'ampli FI puis le changement de fréquence et ainsi de suite jusqu'à l'antenne. Pour les émetteurs, commencer par le pilote, puis les étages tampons, les drivers et le final ; ensuite la chaîne de modulation, etc.

Si l'on réalise ces étages ensembles sur un même circuit imprimé il n'est pas interdit de ne monter qu'un seul étage, puis le second, etc., et procéder de la même manière quant à la mise au point.

D'autre part, si les transistors présentent l'avantage de ne pas utiliser de sources à haute tension, donc pas de danger d'électrocution. Il n'en reste pas moins vrai que la HF brûle et que la sortie d'un étage de puissance d'émetteur peut fort bien vous brûler si vous touchez la sortie HF ou VHF car la tension HF peut être élevée, et l'auteur en a, à ses dépens fait la douloureuse expérience !

Autre conseil utile : il arrive fréquemment qu'un amateur utilise certains composants de récupération ; dans ce cas, il est bon de tester la qualité de ces derniers et

notamment les capacités qui peuvent avoir vieilli ou avoir été détériorées pour une raison ou pour une autre ; il en est de même (et surtout) pour les semi-conducteurs proprements dits dont les caractéristiques ont fort bien pu évoluer ou s'être détériorées fortement...

Il est donc utile de disposer d'un petit appareillage, même sommaire, permettant de tester ces composants donc l'aspect n'apprend pas grand'chose ! Un testeur de transistor sera très utile, et de même un contrôleur universel, indispensable pour la mesure des tensions et des intensités permettra de mesurer les résistances et de vérifier les capacités de fortes valeurs ; pour les faibles capacités un petit capacimètre sera le bienvenu.

Un grid-dip destiné à accorder les circuits oscillants sera complété par un mesureur de champ et si l'on dispose d'un oscilloscope et d'un voltmètre électronique cela n'en sera que mieux, bien que non indispensables.

Autre conseil : ne pas oublier de vérifier l'isolement des lames fixes des condensateurs variables par rapport aux lames mobiles.

Si l'on réalise des bobinages HF ou VHF n'oublions pas que l'isolement plastique du fil de câblage ne vaut pas grand'chose en matière de diélectrique HF ! Il vaut mieux supprimer cet isolant, excellent en courant alternatif 50 Hz ou en continu mais néfaste en HF et combien plus en VHF !

N'oublions pas non plus que lors des réglages d'un noyau plongeur en ferrite dans un mandrin de bobinage, la lame d'un tournevis métallique agit comme noyau plongeur à son tour et si l'on n'en tient pas compte le réglage est à refaire ! Il est conseillé d'employer les tournevis destinés à cet effet et réalisés en plastique avec une toute petite lame en métal non-magnétique et dont le prix est très correct.

En ce qui concerne le montage des semi-conducteurs, rappelons que ces derniers n'aiment pas beaucoup la chaleur du fer à souder et à cette occasion il vaut mieux utiliser un fer à souder de petite taille (18 W constituent une bonne puissance pour la soudure des circuits imprimés et des composants miniatures qui détestent eux aussi la chaleur !) de plus lorsque les fers à souder présentent une mauvaise mise à la terre, il arrive qu'il y ait des fuites de secteur par la panne et les transistors risquent d'être détériorés bien que n'étant pas sous tension, simplement par le retour du secteur au moment de la soudure.

Ce qui est vrai pour les diodes et les transistors l'est également pour les circuits intégrés et des précautions seront prises pour éviter ces désagréments onéreux !

Pratiquement si notre fer à souder est bien chaud, il suffira d'une seconde environ (2 ou 3 au maximum) pour souder une patte de semi-conducteur sans qu'il y ait échauffement excessif du composant par lui-même. Au-delà il y a danger pour son existence et sa longévité !

Enfin, le meilleur instrument de recherche, tant pour la vérification que pour déterminer la continuité des circuits difficiles à localiser, est à coup sûr l'ohmmètre (c'est-à-dire un contrôleur universel en fonction « ohmmètre ») dont la réalisation ou l'achat sera bien vite amortie.

Pour clore cette petite énumération de conseils quelque peu décousue, rappelons qu'une bonne prise de terre à la station et la mise à la terre des antennes, au

moyen de parafoudres constituent la meilleure des assurances contre les accidents et qu'il vaut toujours mieux prévenir que d'avoir à guérir par la suite !

Considérations sur les circuits imprimés

Le circuit imprimé est l'élément de base de toutes nos réalisations mais il faut considérer deux types de circuits imprimés, car si le circuit imprimé est à la fois le support mécanique des composants et l'élément de jonction (qui remplace l'ancien câblage) il y a deux façons de l'obtenir.

La première consiste à réaliser un véritable circuit imprimé conventionnel, c'est-à-dire un câblage spécial pour un appareil donné et suivant un schéma bien particulier et unique ; pour ce faire nous prendrons un matériau de base (carton phénolique pour la BF ou verre époxy pour la HF et VHF) recouvert d'une couche de cuivre d'épaisseur 37 microns : on reportera sur la plaque cuivrée le dessin du câblage et des pastilles correspondant aux queues de composants d'après un dessin sur du papier à l'échelle 1 ; ensuite, ce dessin sera exécuté au moyen d'un vernis ou d'une peinture spéciale (genre Kodatrace) puis, une fois cette impression sèche, la plaque sera trempée dans un bain de perchlorure de fer qui dissoudra le cuivre non recouvert de vernis et après dissolution complète du cuivre excèdent une neutralisation au moyen d'un produit chimique vendu dans le commerce suivie d'un lavage à grande eau puis d'un séchage nous donnera un circuit imprimé excellent ; il suffira de percer avec un foret de diamètre 1 mm (ou même 0,8 mm) les différents trous au milieu des pastilles pour n'avoir plus qu'à placer les différents composants et à les souder ensuite au fer soigneusement ainsi qu'il a été dit plus haut.

La seconde possibilité (et celle que nous préférons dans le cadre des montages amateurs réalisés en un seul exemplaire bien souvent) consiste à employer des circuits imprimés standards du commerce : c'est-à-dire des plaques de circuits imprimés que l'on taille à la cisaille ou à la petite scie à la demande ; des trous de diamètre standard (0,8 mm) sont disposés suivant une grille au pas de 2,54 mm ou au pas de 5,08 mm car cette grille dite en sous-multiple du pouce (1 pouce = 25,4 mm) est normalisée internationalement et la distance qui sépare les queues de composants est aussi normalisée suivant cette même norme ; il sera ainsi facile d'avoir des composants bien disposés dont les queues tomberont exactement en face de trous et ceci sans problème. La disposition de tous les composants pourra être modifiée autant de fois qu'il plaira puisque des trous en surnombre permettront toutes les combinaisons voulues ; lorsque la meilleure disposition sera obtenue il suffira de disposer des fils de connexions qui seront soudés suivant le câblage souhaité et les pistes du circuit imprimé classique seront alors remplacées par du fil de câblage dénudé, ce qui électriquement est largement aussi bon. Par contre, il sera toujours possible de rajouter ou de modifier une piste sur un tel circuit et d'en augmenter la densité alors que c'est absolument impossible avec un circuit imprimé classique qui ne peut plus être modifié après traitements chimiques. D'autre part, s'il est intéressant de réaliser un circuit classique pour une fabrication de série, cela ne s'impose pas dans le cadre amateur où l'on n'a bien souvent qu'un seul circuit par type à réaliser.

Enfin, et si l'on veut utiliser le circuit standard pour un prototype, il suffira de reporter sur un papier le tracé de ces « fausses pistes » et d'utiliser ce dessin électri-

que pour réaliser ensuite de véritables circuits imprimés où apparaîtront les seuls trous utiles et les pistes qui ne seront plus « rapportées » mais vraiment imprimées.

Il existe deux types principaux de circuits imprimés standards : les circuits sur lesquels il n'y a que des trous métallisés et sans aucune piste, et les circuits imprimés où des pistes ont été exécutées et où il suffit de gratter les pistes pour les couper à la longueur voulue.

L'avantage de ce dernier type de circuits standard tient au fait qu'il est possible de réduire le nombre de « fausses pistes » mais l'inconvénient est lié au principe même : densité moindre des composants et difficultés pour rajouter de nouveaux composants lors de modifications ultérieures de schémas.

Conclusion

En écrivant ce manuel sans prétention, nous avons cherché à rendre facilement accessible à tout un chacun la compréhension et la réalisation d'équipements d'émission et de réception amateur dans les gammes ondes courtes et VHF.

Principalement axés sur les stations portatives et mobiles de faibles puissances, pour les débutants ou les liaisons à courtes distances, ces montages de début ont évolué vers des équipements plus élaborés pour constituer de véritables stations de trafic permettant de réaliser de beau DX, tout particulièrement grâce aux répéteurs et aux satellites artificiels.

Rappelons une fois de plus, que l'utilisation de stations d'émission de puissance supérieure à 50 mW est liée à une autorisation des P. & T. qui délivre un indicatif d'appel obligatoire pour le trafic.

Nous n'avons pas voulu décrire de stations professionnelles, mais seulement des montages qui sont allés, progressivement du plus simple au plus élaboré, tout en restant accessibles à l'amateur qui, partant de notions choisies parmi les plus simples, devient, ce que l'on peut appeler un amateur « averti ».

Et comme nous pensons qu'il est important de bien savoir ce que l'on fait et pour cela disposer des moyens de mesures et de contrôles nous avons étudié un certain nombre de matériels simples et utiles, indispensables à celui qui voudra tirer le meilleur parti des équipements qu'il aura par lui-même réalisés.

Pour un amateur il n'est pas de plus sûre satisfaction que de voir réaliser des liaisons (ou QSO) à grandes distances et avec de bons reports, et ceci avec une station qu'il aura lui-même, et entièrement construite ; cette satisfaction sera le fruit des heures de travail et de tout le soin apporté à son matériel.

Et c'est à ce moment-là que notre but aura été atteint.

Pour conclure, nous donnons pages suivantes une liste des principaux termes du code « Q » international, avec leur signification, suivi du code alphabétique actuellement en vigueur.

Supers 73 s et bons DX de

Pierre DURANTON
F 3 R J - M

CODE « Q » INTERNATIONAL
(principaux termes utilisés)

QSO	=	liaison bilatérale
QRA	=	le lieu où se trouve la station
QTH	=	la ville où se trouve la station
QSY	=	changer de fréquence ou arrêter ses émissions
QRM	=	parasites
QRN	=	parasites atmosphèriques
QRO	=	gros, important
QRP	=	petit, faible
QRT	=	arrêter tout, couper l'émission et la réception
QSL	=	carte de confirmation de liaison
QRG	=	fréquence de trafic
QRK	=	le niveau de réception
QRV	=	être prêt
QRX	=	attendre
QRZ	=	être appelé par quelqu'un
QSA	=	la force des signaux
QSB	=	fading
QSJ	=	le prix
QSP	=	transmettre à quelqu'un
QST	=	communication d'intérêt général
QTR	=	heure GMT

Code Télégraphique international

CQ	=	appel général
AR	=	fin de texte
AS	=	attente
SN	=	compris
K	=	transmettez
VA	=	fin de transmission
73	=	amitiés et 88 = Baisers
DX	=	liaison à grande distance
OM	=	amateur et XYL = épouse de l'amateur

Suffixes apposés à un indicatif :

M	=	Mobile - Exemple : F 3 R J-M
P	=	Portable - Exemple : F 2 XY-P
MM	=	Maritime mobile - Exemple : F 3 R J-M M

ALPHABET INTERNATIONAL

Analogies officielles

A = Alpha
B = Bravo
C = Charlie
D = Delta
E = Echo
F = Fox
G = Golf
H = Hôtel
I = India
J = Juliette
K = Kilo
L = Lima
M = Mike
N = November
O = Oscar
P = Papa
Q = Québec
R = Roméo
S = Sierra
T = Tango
U = Uniforme
V = Victor
W = Whisky
X = X ray
Y = Yankee
Z = Zoulou

Nous voudrions ici remercier

Messieurs ARNAULT
HURÉ
JUSTER
PIAT
RAFFIN

pour leur aide et leurs conseils qui nous sont avérés fort utiles.

Qu'ils en soient ici remerciés.

Note importante : Nous rappelons que tous les schémas contenus dans cet ouvrage, sont donnés sans garantie quant à leur éventuelle protection par un brevet.

Achevé d'imprimer
sur les presses de l'imprimerie
Marcel Bon 70 Vesoul
Dépôt légal : 3e trimestre 1980
N° éditeur : 301 - N° imprimeur : 2431

LES WALKIES-TALKIES

Emetteurs-récepteurs HF - VHF - UHF - AM - FM

Cette 5e édition, complétée et mise à jour, reprend le plan des précédentes, mais avec des schémas au goût du jour, y compris des descriptions des appareils les plus modernes, dont ceux à synthétiseur de fréquence. Un rappel de la réglementation évitera tout impair aux amateurs.

Principaux chapitres :

- Préliminaire
- Récepteurs portatifs
- Emetteurs portatifs
- Emetteurs-récepteurs portatifs
- Antennes
- Réglages
- Conseils et tours de main



Du même auteur :

ÉMISSION D'AMATEUR EN MOBILE

A paraître :

LES APPLICATIONS DU 27 MHz ET DE LA BANDE AMATEUR 28-30 MHz

